

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE CEPHE RÖLÖVESİ ALIMI :
ŞEVKET BEY KONAĞI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Servet KELEŞ

OCAK 2010

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE CEPHE RÖLÖVESİ ALIMI :

ŞEVKET BEY KONAĞI ÖRNEĞİ

Mimar Servet KELEŞ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Mimar”
Unvanı Verilmesi Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.12.2009
Tezin Savunma Tarihi : 15.01.2010**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ÖZEN
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ömer İskender TULUK
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Fevzi KARSLI**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

“Fotogrametrik Yöntemleriyle Cephe Rölövesi Alımı: Şevket Bey Konağı Örneği” isimli bu araştırma, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim süresince yakın ilgisiyle her konuda bana destek olan danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ÖZEN başta olmak üzere; bütün yüksek öğrenimim boyunca her zaman bana rehberlik eden, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ö. İskender TULUK’a; özellikle jeodezik çalışmamız esnasında hiçbir desteğini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Fevzi KARSLI’ya ve Altan TEPEGÖZ’e; fotogrametrik çalışmam sırasındaki teknik yardımından dolayı Öğretim Görevlisi Murat TUTKUN’a; ve ihtiyaç duyduğum her anda yanımda bulduğum, maddi ve manevi destekleriyle her zaman arkamda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Servet KELEŞ
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 Araştırmanın Amacı.....	1
1.2 Problemin Belirlenmesi.....	2
1.3 Fotogrametri ve Yakın Resim Fotogrametrisi	3
1.3.1 Yakın Resim Fotogrametrisinde Bazı Temel Kavramlar	5
1.3.1.1. Koordinat Sistemleri	5
1.3.1.1.1. Piksel Koordinat Sistemi	5
1.3.1.1.2. Görüntü Koordinat Sistemi	6
1.3.1.1.3. Model Koordinat Sistemi	7
1.3.1.1.4. Arazi Koordinat Sistemi	7
1.3.1.2. Fotogrametrinin Matematik Modeli	7
1.3.1.3. Resimlerin Yöneltilmesi	8
1.3.1.4. Kalibrasyon	9
1.3.1.5. Rektifikasyon, Ortofoto ve Düşeye Çevirme Kavramları	10
1.3.2. Gerekli Ekipman	12
1.3.3. Yakın Resim Fotogrametrisinde Genel İşlem Adımları	13
1.3.4. “3x3” Kuralı	14
1.3.5. Yakın Resim Fotogrametrisinin Farklı Uygulama Alanları	15
1.4. Mimarlıkta Yakın Resim Fotogrametrisi ve Mimari Fotogrametri Kavramı	21
1.4.1. Tek Görüntü İle Fotogrametrik Rölöve	22
1.4.2. Stereo Görüntü İle Fotogrametrik Rölöve	23
1.4.3. Çoklu Görüntü İle Fotogrametrik Rölöve	24

1.4.4.	Dünyada Mimari Fotogrametri Uygulamaları	25
1.4.5.	Ülkemizde Mimari Fotogrametri Uygulamaları	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	38
2.1.	Araştırmanın Kapsamı ve Uygulanan Yöntemler	38
2.2.	Çalışma Alanının Ait Genel Bilgiler	39
2.2.1.	Fındıklı Tarihi	39
2.2.2.	Topoğrafya	39
2.2.3.	İklim	40
2.2.4.	Yerleşme	40
2.3.	Çalışma Alanının Genel Mimari Özellikleri	41
2.3.1.	Yapı Türleri	41
2.3.2.	Yapı Malzemesi	42
2.3.3.	Yapım Tekniği	42
2.4.	Şevket Bey Konağı	43
2.5.	Örnek Uygulama İçin Proje Planlama Aşaması	45
2.6.	Örnek Uygulama İçin Arazi Çalışması	47
2.7.	Örnek Uygulama İçin Fotoğraf Çekimlerinin Yapılması	48
2.8.	Değerlendirme	51
2.8.1.	Kullanılan Fotoğraf Makinesinin Kalibrasyonu	51
2.8.2.	3D Modelin Oluşturulması	55
2.8.3.	Cephe Ortofotolarının Üretilmesi	65
2.9.	Ortofoto Görüntülerin Cephe Rölöveleri İçin Kullanılması	69
3.	BULGULAR VE İRDELEME	79
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	83
5.	KAYNAKLAR	85
6.	EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Bir restorasyon sürecinin ilk ve belki de en önemli aşamasını, restorasyonu hedeflenen yapının rölövelerinin elde edilmesi oluşturmaktadır. Rölöve alımı ise, geleneksel uygulama biçiminin yanı sıra günümüzde çağdaş yeni yöntemlerle de yapılabilmektedir. Ölçüm teknolojilerindeki gelişmeler ve fotogrametrinin mimari uygulamalara da entegre edilmesi yoğun bir emek, uzun sayılabilecek zaman ve titiz çalışma gerektiren rölöve sürecinin, geleneksel yöntemlere kıyasla hassasiyetten ödün vermeden daha seri ve pratik hale getirilmesine imkan tanımıştır. Bu doğrultuda, uygulama kapsamında, Rize İli, Fındıklı İlçesinde, Çağlayan Köyü'nden, yörenin geleneksel mimari karakterinin özgün bir yansıması olan tarihi Şevket Bey Konağı uygulama konusu olarak seçilmiş ve fotogrametrik yöntemler kullanılarak ölçülüp, rölöveleri hazırlanmıştır.

Çalışma, Genel Bilgiler, Yapılan Çalışmalar, Bulgular ve İrdeleme, Sonuçlar ve Öneriler olmak üzere dört başlıkta toplanmıştır. Genel Bilgiler bölümünde, fotogrametrinin ve mimari fotogrametrinin temel birtakım kavramları anlatılmış, konuyla ilgili dünyadan ve Türkiye'den uygulama örnekleri verilmiştir. Yapılan Çalışmalar bölümünde, seçilen tarihi konak üzerinde yapılan mimari fotogrametri uygulaması bütün aşamalarıyla anlatılmış ve sonuç ürünler hazırlanarak sunulmuştur. Bulgular ve İrdeleme bölümünde, yapılan çalışma süresince, mimari fotogrametri uygulamasına yönelik karşılaşılan ve elde edilen bütün bulgular irdelenerek ortaya koyulmaktadır. Sonuç ve Öneriler bölümünde ise, ortaya konulan bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar ve yönetime yönelik öneriler belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mimari Fotogrametri, Fotogrametrik Rölöve, Ortofoto, Yakın Resim Fotogrametrisi, Rölöve, Fındıklı.

SUMMARY

Facade Reliefs by Use of Architectural Photogrammetric Methods: Sevketbey Konagi Example

A first and perhaps most important stage of the process of restoration, is to obtain the restoration of the targeted elements reliefs. Besides the traditional application forms of the obtaining reliefs, today some new contemporary methods can be performed. Developments in measurement technology and the integration of the photogrammetry to the architecture has provided opportunities to make more practical and fast the rigorous study of relief process which require a labor-intensive and long application time, without sacrificing accuracy, compared to traditional methods. In this regard, within the scope of application, as a reflection of traditional architectural character of area, the historic Sevketbey Konagi has selected as a subject of the application from Caglayan Willage of Fındıklı Town in Rize.

The application are grouped under four headings as General Informations, The Achieved Studies, The Finding and Analysis, The Results and Proposals. In General Information section, some basic concepts of photogrammetry and architectural photogrammetry have been told, with relevant practices from around the world and Turkey. In The Achieved Studies section, all the architectural photogrammetric studies on the selected Sevketbey Konagi have been described with all stages and the prepared products have been presented. In the Finding and Analysis section, All the encounterd and obtained significant finding about the application of arcitectoral photogrammetric study have been revealed and discussed. And finialy in the Results and Proposals section the reached results in the light of revealed findings and proposals for he method have been given.

Key Words: Architectural Photogrammetry, Photogrammetric Relief, Ortophoto, Close Range Photogrammetry, Relief, Fındıklı.

ŞEKİLLER DİZİNİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Fotogrametri ile iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu model elde edilmesi.....	3
Şekil 2.	Piksel Koordinat Sistemi.....	6
Şekil 3.	Görüntü Koordinat Sistemi.....	6
Şekil 4.	Arazi Koordinat Sistemi.....	7
Şekil 5.	Resim ve arazi koordinat sistemleri arasındaki ilişki	8
Şekil 6.	PhotoModeler 4.0 yazılımı ile kalibrasyon için, koordinatları bilinen kalibrasyon grafiğinden gerekli açılardan çekilmiş sekiz fotoğraf.....	10
Şekil 7.	Perspektif ve rektefiye edilmiş görüntüler.....	11
Şekil 8.	Resim çekim planı.....	13
Şekil 9.	Knidos antik tiyatrosu fotogrametrik rölövesi için kontrol noktaları.....	16
Şekil 10.	Knidos antik tiyatrosu fotogrametrik rölövesi.....	16
Şekil 11.	Kum ocağındaki ölçüm yüzeyi ve iki duruma ait modeller.....	17
Şekil 12.	Alternatifli çekim planları ve 3 çekim açısından kontrol noktaları.....	18
Şekil 13.	Heykelin yüzey dokusu kaplanmış haliyle fotogrametrik modeli.....	18
Şekil 14.	Üç boyutlu kontrol noktalarının olay yerine yerleştirilmesi ve iWitness yazılımında fotoğrafların değerlendirilmesi.....	19
Şekil 15.	Alüminyum plaka etrafındaki kamera düzeneği.....	20
Şekil 16.	9’lu fotoğraf serisi ve fotogrametrik modelin oluşturulması.....	21
Şekil 17.	Tek görüntü yöntemi için çekim planı ve fotoğrafın düşeye çevrilmeden önceki ve sonraki hali.....	23
Şekil 18.	Stereo görüntü için çekim planı ve fotoğraflar.....	23
Şekil 19.	Çoklu görüntü yöntemi için çekim planları.....	24
Şekil 20.	Çoklu görüntü yöntemi için çekilen fotoğraflar.....	24
Şekil 21.	Çoklu görüntü yöntemi ile üretilmiş wireframe model.....	25
Şekil 22.	Cesena şehrine ait fotogrametrik model ve ortografik cephe rölöveleri..	26
Şekil 23.	23x107 m’lik cepheye ait ortofoto ve onun üzerinden üretilmiş rölöve.....	27
Şekil 24.	Choli minaresine ait fotoğraf, fotogrametrik model ve açılmış ortofoto.....	28
Şekil 25.	Lararyumun fotogrametrik yöntemle üretilmiş eski ve yeni modeli.....	29

Şekil 26.	Tasarım sürecine yön vermesi adına mevcut binaların modellenmesi....	30
Şekil 27.	Lencois Kentinden bir yapının fotogrametrik rölöve süreci.....	31
Şekil 28.	Fotogrametrik model ve lazer taramayla oluşturulmuş iç mekan.....	31
Şekil 29.	Seçilen pilot sokağın Photomodeler ve AutoCAD yazılımlarında rölöveleri.....	32
Şekil 30.	Boğazdan çekilen fotoğrafların çekim açıları ve hazırlanan silüet.....	33
Şekil 31.	Photomodeler yazılımında üretilmiş wireframe modeller.....	34
Şekil 32.	Modellerin .dxf olarak AutoCAD yazılımına alınması.....	34
Şekil 33.	Photomodeler yazılımında üretilen parça modeller ve birleştirilmiş hali.....	35
Şekil 34.	Rektefiye görüntülerden çizilmiş rölöve ve fotomozaikler.....	36
Şekil 35.	Cepheye ilişkin hazırlanmış tematik harita.....	37
Şekil 36.	Rize, Fındıklı.....	40
Şekil 37.	Göz dolma ve muskalı duvar örgüsü.....	42
Şekil 38.	Şevket Bey Konağı ve serenderi	43
Şekil 39.	Şevket Bey Konağı, Fındıklı, Çağlayan	44
Şekil 40.	Şevket Bey Konağı yaşama katı planı	44
Şekil 41.	Öngörülen fotoğraf çekim şeması.....	45
Şekil 42.	OLYMPUS SP-560UZ 8.0 MP ve TOPCON GPT 7002i reflektörsüz total station.....	46
Şekil 43.	TOPCON GPT 7002i total station ile alınmış kontrol noktası görüntüleri.....	48
Şekil 44.	Çekim açıları ve kamera konumları.....	49
Şekil 45.	Photomodeler 5.2.3 kalibrasyon grafiği.....	52
Şekil 46.	Kalibrasyon için 4 yönden çekilmiş 12 fotoğraf.....	52
Şekil 47.	Yeni kalibrasyon projesi.....	53
Şekil 48.	Kalibrasyon grafiği fotoğraflarının yazılıma alınması.....	53
Şekil 49.	Sonuçlanmış kalibrasyon işlemi.....	54
Şekil 50.	Kalibrasyonla elde edilmiş kameraya ilişkin parametreler.....	54
Şekil 51.	Photomodeler’da yeni bir projenin başlatılması.....	55
Şekil 52.	Kalibrasyon aşamasında oluşturulan ve kalibrasyon parametrelerini taşıyan olympus SP-560UZ.pmr dosyasının yazılıma alınması.....	56
Şekil 53.	Fotoğrafların yazılıma yüklenmesi.....	56
Şekil 54.	Kontrol noktalarının yazılıma yüklenmesi.....	57

Şekil 55.	Koordinatları girilen kontrol noktalarının fotoğraflar üzerinde İşaretlenmesi.....	58
Şekil 56.	Ortak noktaları işaretlenen fotoğraf çiftinin “Process” edilerek karşılıklı yöneltirilmesi.....	59
Şekil 57.	1. ve 27. Fotoğrafın “process” edilmesi.....	60
Şekil 58.	“process” işlemleri sonucundaki hata grafiği.....	60
Şekil 59.	Cephelerin “wireframe” olarak çizilmesi.....	61
Şekil 60.	“wireframe” olarak modellenmiş konak.....	61
Şekil 61.	“Wireframe” modele yüzeylerin kaplanması.....	62
Şekil 62.	“Shaded” olarak yüzey kaplamsı yapılmış model.....	62
Şekil 63.	Yüzeyler için, yansıtacağı gerçek dokuyu hangi fotoğraftan alacağını tanımlandığı materyal oluşturulması (Bu tabloda “surface20” yüzeyi için 8 no’lu fotoğraf kaynak gösterilmiştir).....	63
Şekil 64.	Realistik dokusuyla modelin güneydoğudan perspektif görünüşü.....	64
Şekil 65.	Realistik dokusuyla modelin kuzeydoğudan perspektif görünüşü.....	64
Şekil 66.	Realistik dokusuyla modelin kuzeybatıda perspektif görünüşü.....	65
Şekil 67.	Realistik dokusuyla modelin güneybatıdan perspektif görünüşü.....	65
Şekil 68.	“Constraint” işlemiyle birbirine paralel düşey hatların ilişkilendirilmesi.....	67
Şekil 69.	Güney cephesine ait ortofotonun “export” edilmesi.....	67
Şekil 70.	Kuzey Cepheye ait ortofoto görüntü.....	68
Şekil 71.	Batı cepheye ait ortofoto görüntü.....	68
Şekil 72.	Güney cepheye ait ortofoto görüntü.....	69
Şekil 73.	Doğu cepheye ait ortofoto görüntü.....	69
Şekil 74.	AutoCAD yazılımında rölöve çizimlerinin yapılması.....	70
Şekil 75.	Kuzey cepheye ait rölöve çizimi.....	71
Şekil 76.	Doğu cepheye ait rölöve çizimi.....	72
Şekil 77.	Güney cepheye ait rölöve çizimi.....	73
Şekil 78.	Batı cepheye ait rölöve çizimi.....	74
Şekil 79.	Kuzey cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.....	75
Şekil 80.	Doğu cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.....	75
Şekil 81.	Güney cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.....	76
Şekil 82.	Batı cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler..	76

Şekil 83.	Kuzey cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte....	77
Şekil 84.	Doğu cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.....	77
Şekil 85.	Güney cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte....	78
Şekil 86.	Batı cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.....	78
Şekil 87.	Konağın kuzey cephesini kapatan ağaçlar.....	79
Şekil 88.	Cephede fotoğraflanamayan yüzeyler.....	80
Şekil 89.	Yan yüzeyleri modellenemeyen baca.....	80
Şekil 90.	Kuzey cephe için, geleneksel yöntemle ve fotogrametrik yöntemle alınmış rölöveler in üst üste çakışık gösterimi (Alt katmandaki siyah renkli rölöve geleneksel yöntemlerle; üst katmandaki kırmızı renkli rölöve fotogrametrik yöntemlerle elde edilmiştir).....	81

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Poligon noktaları ve koordinatları.....	47
Tablo 2. Model oluşturmada kullanılan fotoğraflar.....	50

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Araştırmanın Amacı

Belgeleme ve tespit çalışmaları, tarihi eser niteliği taşıyan, her türlü mimari yapının korunması ve gelecek nesillere aktarılabilmesi sürecindeki önemli adımların başında gelir. Bu belgeleme ve tespit çalışmalarının bilimsel doğrular ışığında yürütülebilmesi ise ancak, korunması hedeflenen mimari yapıya ait mevcut durumunun, hassas ölçümlerle tespit edilip, rölövelerinin oluşturulmasıyla mümkün olmaktadır. Öte yandan bu ihtiyacı yalnızca korumacılık kavramı içerisinde değerlendirmek de yanlış olacaktır. Başta restorasyon olmak üzere birçok uygulamalı meslekte, akademik çalışmalarda ve sanat tarihi gibi disiplinlerde de belgeleme ve tespit son derece önem taşımaktadır. Bu noktada rölöve alım yöntemleri önem kazanmıştır. Rölöve alımı, alan çalışması ve bu alan çalışması sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilerek teknik anlamda kullanılabilir hale getirilmesi olmak üzere iki aşamalı bir çalışmadır. Geleneksel yöntemlerle yürütülen bir rölöve çalışmasında ilk aşama, yani arazide yürütülen alan çalışması son derece uzun sürmekte, bu da yapılan çalışmanın toplam maliyetinin artmasına büyük oranda etki etmektedir. Geleneksel yöntemin bir diğer olumsuz yönü de, ulaşılması güç kimi mimari eleman ve detayların tespitinde çözüm üretmemesi ya da çalışmanın hassasiyetinden büyük oranda ödün vermesidir.

Günümüzde ise ölçüm teknolojilerindeki gelişmeler ve fotogrametrinin mimari uygulamalara da entegre edilmesi, yoğun bir emek, uzun sayılabilecek zaman ve titiz çalışma gerektiren rölöve sürecinin, hassasiyetten ödün vermeden daha seri ve pratik hale getirilmesine imkan tanımıştır.

Bu çalışmada, geleneksel yöntemin yukarıda bahsedilen bütün bu olumsuz yönleri, fotogrametrik rölöve yöntemleri kullanılarak minimize edilmesi amaçlanmıştır. Seçilmiş bir mimari yapı üzerinde bu yöntemler uygulanarak, binaya ilişkin sayısal model ve diğer görsel dokümanlar (cephe rölöveleri) üretilecektir. Çalışma sonunda ulaşılmak hedeflenen nokta, yöntemin bütün avantajlarından yararlanarak, sayısal görselleştirme alanında büyük gelişmelerin yaşandığı ve doğrudan uygulandığı mimarlık uygulamaları ile uyumlu, hata oranı düşük, görsel teknik veriyi üretmek ve restorasyon sürecinde kullanılabilir hale getirmektir.

1.2. Problemin Belirlenmesi

Rölöve, mimarlık mesleğinde, mevcut bir binanın yeniden ölçülerek, çizimlerinin plan, kesit ve görünüş olarak elde edilmesi demektir [23]. Dolayısıyla rölöve, özünde bir ölçüm işidir. Bu durum mimarlık mesleğinin ve ölçüm işinin doğası gereği bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Ölçümde hassasiyet, sürecin ekonomik olması, alanda geçirilen çalışma süresi, ulaşılması güç noktalar, detaylar ve çağdaş anlatım teknikleriyle uyum gibi ölçütler bu problemlere örnek gösterilebilir. Bu başlıkları bir tek probleme indirgeyerek genel olarak değerlendirdiğimizde, bir rölöve çalışmasındaki temel problemi, en doğru ölçümlerin, optimum koşullarda yapılabilmesi olarak gösterilebilir [24].

Geleneksel yöntemle üretilen bir rölövenin, yukarıda belirtilen problemlere getirdiği çözümler açısından günümüz ölçüm yöntemleri göz önünde bulundurulduğunda yeterli olmadığı görülmektedir. Rölövesi alınacak yapının büyüklüğü, detayları, genel formu gibi özel durumlarına bağlı olarak uzun sayılabilecek bir süre, alan çalışması için geçirilmektedir. Bu süre boyunca, yapıya ait her bir detay ölçülerek kayıt altına alınmaktadır. Yapılacak rölöve çalışmasının hassasiyet bakımından kalitesi de bu aşamada netleşmektedir. Hassas ve güvenilir bir rölövenin elde edilmesi, alan çalışması olarak geçirilen süreyle doğrudan ilişkilidir. Yapının her bir detayının hassas olarak ölçülmesi gerekliliği bu süreyi doğal olarak uzatmaktadır. Bu ölçüm, bazı durumlarda teknolojik ölçüm aletleri yardımıyla yapıyor olsa dahi, yöntem yine gelenekseldir ve işi bir miktar kolaylaştırmaktan öteye gidememektedir. Buna ek olarak, ne kadar hassas çalışılırsa çalışılırsa kimi zaman, ölçüsü alınması zorunlu bazı detay ve noktalar ölçülemeden kalmaktadır. Bu gibi durumlara bazen geleneksel rölöve alım yöntemleriyle bir çözüm getirmek mümkün olamamaktadır [23,19].

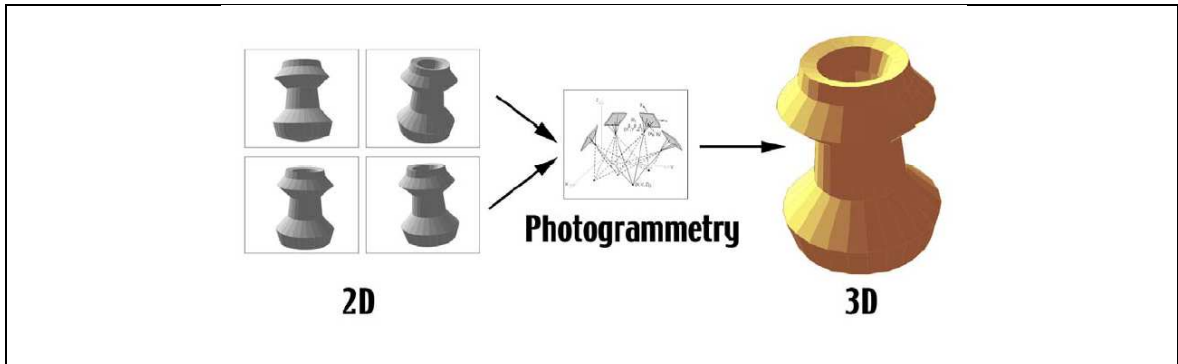
Rölöve alımında göz ardı edilmemesi gereken bir diğer nokta da, günümüz sunum tekniklerinin tamamen sayısal ortamda hazırlanıyor olmasıdır. Bu durum, rölöve çizimleri ve restorasyon projelerinin hazırlanmasında, sunu kalitesi, arşivleme, güncelleme gibi birçok bakımdan artı değer katmıştır. Kuşkusuz restorasyon için de bu değerler geçerlidir. Geleneksel ölçümle alan çalışmasında elde edilen veriler kağıtlarda depolanır. Daha sonra bu verilerin herhangi bir CAD yazılımıyla sayısal ortama aktarılması söz konusudur. Bu adım aslında verilerin çözümlenmesinden öte, gözden kaçırılmadan her bir verinin sayısallaştırılması işlemidir. Bütün bu problemler göz önünde bulundurulduğunda

günümüz gelişmiş teknoloji koşullarını da dikkate alırsak rölöve için geleneksel yöntemlerin çağdaş yöntemlere oranla ekonomik olma özelliğini yitirdiği ortaya çıkmaktadır.

1.3. Fotogrametri ve Yakın Resim Fotogrametrisi

Fotogrametri başlangıçta, yeryüzünün ölçümünü hedef alan jeodezi bilimi içinde bir ölçme tekniği olarak düşünülmüş, bu özelliği dolayısı ile fotoğraflar yardımı ile ölçme anlamına gelmek üzere fotogrametri (**photogrammetry** : photos:ışık, grama=yazmak, metrein:ölçmek) diye adlandırılmıştır. Fotogrametri, cisimlerin ve bunların oluşturduğu çevrenin havadan, uzaydan yada yerden alınmış görüntüleri kaydedilerek, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda, bu cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır [4][5].

Bir başka ifadeyle fotogrametri, cismin bir veya birkaç resminden yararlanarak uzaydaki şeklini boyutlarını ve konumunu incelikli bir şekilde belirlemeyi amaç edinir. Resimler üzerinde yapılan ölçmeleri kullanan bu tekniğin temel yararı cismin ayrıntılı olarak tam bir görünümünü vermesidir (Şekil 1) [6].



Şekil 1. Fotogrametri ile iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu model elde edilmesi [47].

Fotogrametri, jeodezi bilimi dışında birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu alanları kısaca özetlemek gerekirse, başta mimarlık ve tarihi yapıların rölövelerinin alımında olmak üzere, arkeolojide, madencilikte, deformasyon ölçümlerinde, tıp alanında ve sanayide fotogrametrik ölçüm metotları kullanılmaktadır [2]. Bu çalışmanın konusunu oluşturan mimari fotogrametrinin, fotogrametri bilimi içerisinde yer aldığı sınıfı

anlayabilmek için burada fotogrametrinin genel olarak nasıl sınıflandırıldığına yer vermek gerekmektedir. Bu anlamda fotogrametri:

- Çekim merkezine Göre
 - Hava Fotogrametrisi
 - Yersel fotogrametri
- Kullanım Alanına Göre
 - Topoğrafik Fotogrametri
 - Topoğrafik Olmayan Fotogrametri
 - Foto Yorumlama
 - Mühendislik Fotogrametrisi
- Değerlendirme Tekniklerine Göre
 - Plançete (Grafik Fotogrametri)
 - Analog Fotogrametri
 - Analitik Fotogrametri
 - Dijital Fotogrametri

şeklinde sınıflandırılmaktadır [12].

Bu sınıflama içerisinde yersel fotogrametri, fotogrametrinin ilk çalışma alanıdır ve yeryüzünden çekilen resimler kullanılarak yapılan tüm uygulamaları kapsamaktadır. Bununla beraber yersel fotogrametri de cismin kameraya olan uzaklığına göre kendi içerisinde alt sınıflara ayrılmaktadır. Örneğin cisim kameraya olan uzaklığı 100 m den az ise buna yakın resim fotogrametrisi, 100m den fazla ise buna da yer fotogrametrisi denilmektedir [12].

ABD'deki sivil havacılık kuruluşu Federal Havacılık İdaresi (FAA) ise bu mesafe sınırını 300 m olarak kabul etmiştir. Ancak özünde yakın resim fotogrametrisinin avantajları her iki durumda da değişmemektedir. Ölçülecek nesnenin yakından fotoğraflarının çekilebiliyor olması, çok yüksek çözünürlüklü görüntülerinin alınabilmesi anlamına gelmektedir [43]. Bu durum mimarlık gibi, detayların önemli olduğu bir disiplinde, yakın resim fotogrametrisinin uygunluğunu ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla araştırmanın ele alacağı konuyu, yersel fotogrametrinin, yakın resim fotogrametrisi alt sınıfı içinde değerlendirilmiştir.

1.3.1. Yakın Resim Fotogrametrisinde Bazı Temel Kavramlar

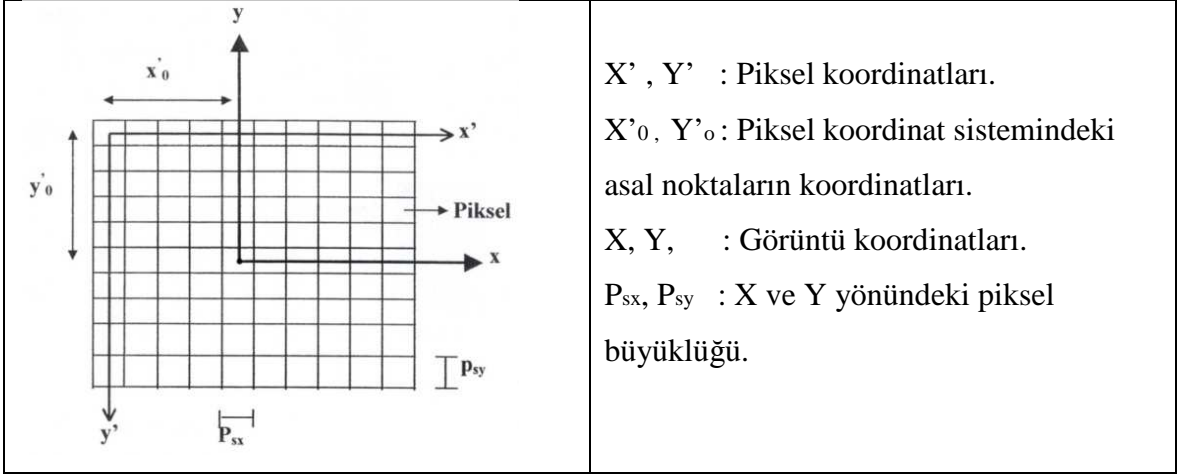
Bir fotogrametri uygulamasının derinlemesine irdelemesi yapılmadan önce, fotogrametrik bir çalışma süreci boyunca kullanılan bazı kavram ve tanımların bilinmesi gereklidir. Bu başlık altında koordinat sistemleri, resimlerin yöneltmesi, kalibrasyon, rektifikasyon, ortofoto ve düşeye çevirme gibi fotogrametriye ait birtakım kavramların tanımları verilmiştir.

1.3.1.1. Koordinat Sistemleri

Bilindiği gibi fotogrametrik çalışmalarda sayısal bir değerlendirme için fotoğrafların çekilmesinden sonra birtakım hesaplamalar yapılarak hedeflenen sonuç ürünler elde edilebilmektedir. Bu hesaplamalar aslında çeşitli dik koordinat sistemleri arasındaki dönüşümlerden ibarettir. Bu dönüşüm hesaplamaları sırasında kullanılan koordinat sistemleri, piksel koordinat sistemi, resim koordinat sistemi, model koordinat sistemi ve arazi koordinat sistemi olarak sıralanabilir [12].

1.3.1.1.1. Piksel Koordinat Sistemi

Piksel, bilgisayar ekranında ifade edilebilen en küçük resim elemanıdır. Bilgisayar ortamında bir görüntü bu piksellerin yan yana gelmesiyle oluşturulmaktadır. Analitik ve dijital fotogrametride temel veriyi oluşturan görüntünün, bilgisayar ortamında ifadesi ancak piksellerle mümkün olabildiğinden, bir görüntü üzerinden koordinat bilgisinin çıkarılması için bu iki sistem arasında bir geçişin sağlanması gerekmektedir (Şekil 2) [13].

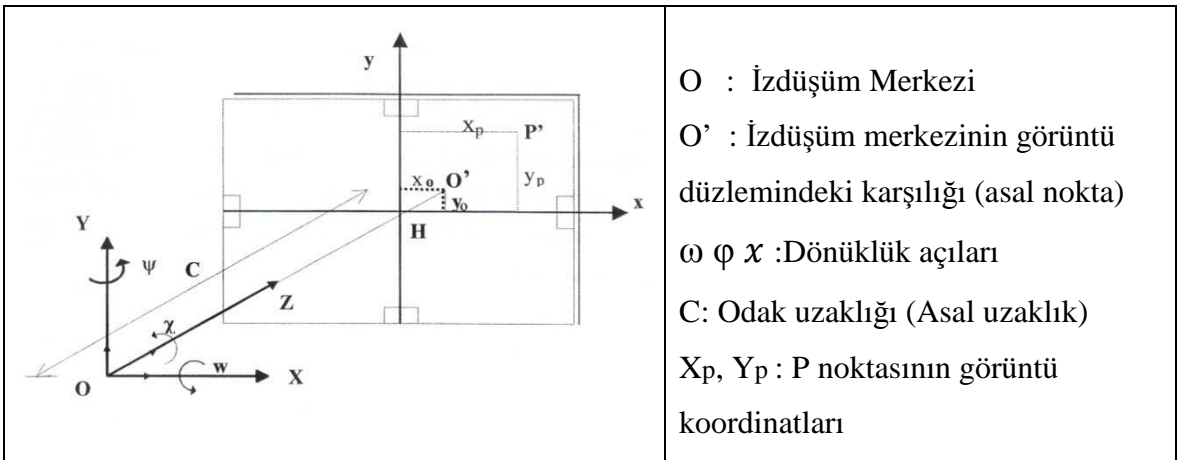


Şekil 2. Piksel Koordinat Sistemi [13].

1.3.1.1.2. Görüntü Koordinat Sistemi

Fotoğraf çekimi sırasında resim üzerine düşürülen işaretlerce belirlenen iki boyutlu koordinat sistemidir. Görüntü üzerindeki detaylar bu koordinat sistemine göre ölçülmektedir. İki boyutlu iki sistem olan piksel koordinat sistemi ve görüntü koordinat sistemi arasında oluşabilecek üç farklı durum vardır. Buna göre iki sistem arasında:

- İki yönde öteleme olabilir.
- Sistemler arasında dönüklük olabilir.
- Sistemler arasında ölçek farklılığı olabilir (Şekil 3) [13. 19].



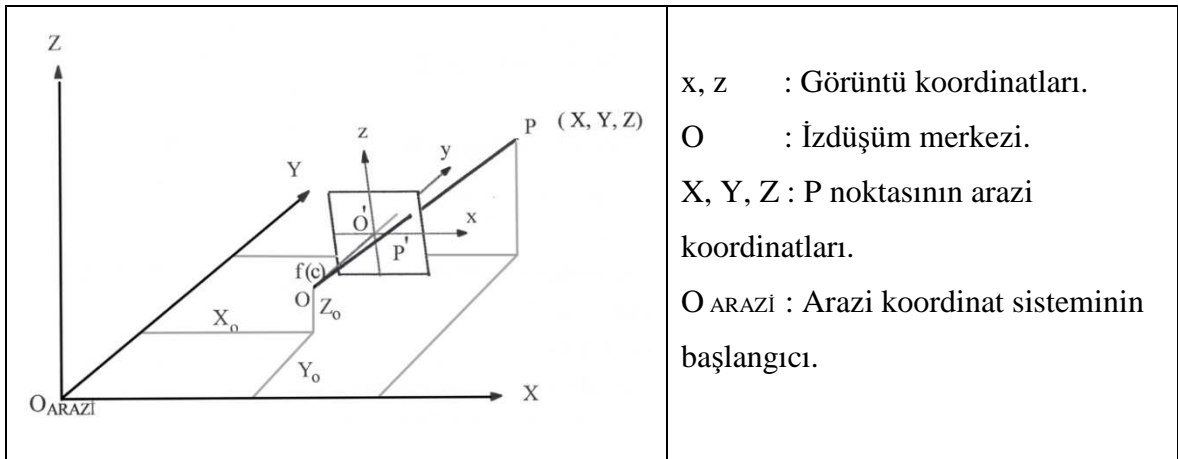
Şekil 3. Görüntü Koordinat Sistemi [13].

1.3.1.1.3. Model Koordinat Sistemi

Model koordinat sistemi, üç boyutlu bir modelde görüntülenen noktaların uzay koordinatlarının dayandığı sistemdir. Arazi koordinat sisteminde olduğu gibi X-Y düzlemi yatay, Z eksenini ise X-Y'nin tanımladığı düzleme dik olan eksenidir [13, 19].

1.3.1.1.4. Arazi Koordinat Sistemi

Noktaların konumlarını cisim uzayında belirlemek için kullanılan üç boyutlu sistemdir. Ülke koordinat sistemi yada çalışmaya özgü bölgesel bir koordinat sistemi olabilmektedir (Şekil 4) [13, 19].



Şekil 4. Arazi Koordinat Sistemi [13].

1.3.1.2. Fotogrametrinin Matematik Modeli

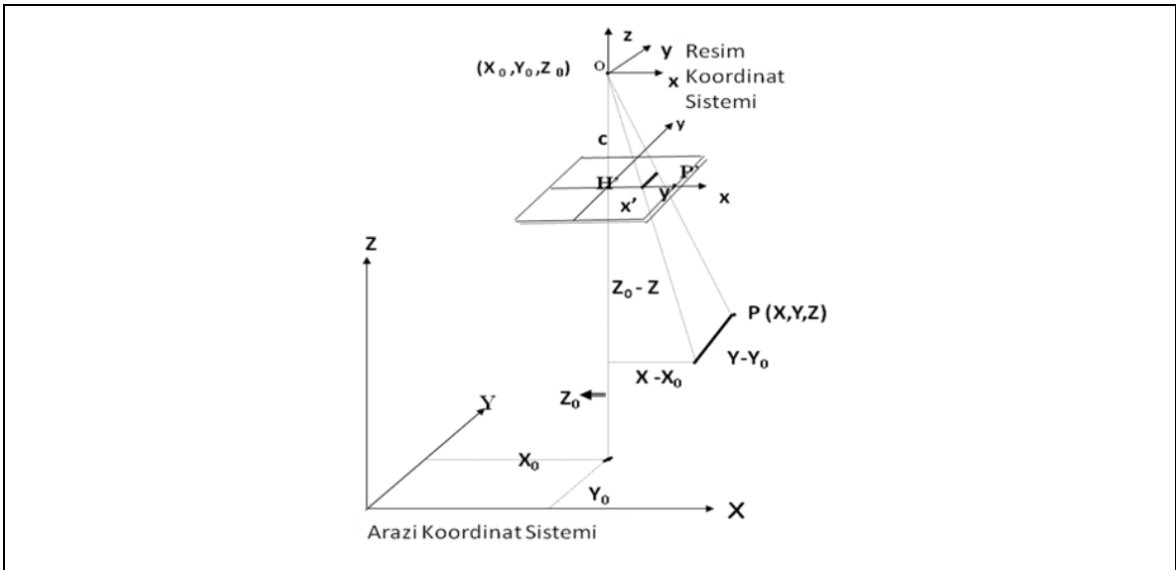
Fotogrametrinin matematik modeli resim üzerindeki bir P' noktası ile bu noktanın arazideki karşılıklı P noktasını birleştiren doğru esas alınarak oluşturulur. Bu iki noktayı birleştiren doğru üzerinde bir nokta (O) daha vardır ki bu noktaya asal nokta (izdüşüm merkezi) adı verilir. Matematik model söz konusu üç noktanın doğrusal yada kolinear olma şartına dayalı olarak yazılır. Bu model aynı zamanda kamera kalibrasyonu için de kullanılır. Kısaca özetlemek gerekirse matematik model resim koordinat sistemi ile arazi

koordinat sistemi arasındaki perspektif transformasyondur. Bu bilgiler ışığında fotogrametrinin matematik modeli;

$$x - x_0 = -c \frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

$$y - y_0 = -c \frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

eşitlikleri ile ifade edilmektedir. Bu eşitliklere izdüşüm denklemleri yada kolinearite denklemleri denir. Eşitliklerde x ve y resim koordinatlarını, x_0 ve y_0 asal nokta koordinatlarını, X_0 , Y_0 ve Z_0 izdüşüm merkezi koordinatlarını, c kamera sabitini, $m_{11}...m_{33}$ dönüklük matrisi elemanlarını, X , Y ve Z ise arazi koordinatlarını göstermektedir. Eşitlikler kullanılarak arazi koordinatları veya resim koordinatlarından birinin bilinmesi durumunda diğeri hesaplanabilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Resim ve arazi koordinat sistemleri arasındaki ilişki

1.3.1.3. Resimlerin Yöneltilmesi

Fotogrametri, herhangi bir mekanda bulunan bir nesne hakkında üç boyutlu konumsal bilgiyi iki boyutlu fotoğraflar üzerinden elde etmek için kullanılan ölçme

teknolojisi olduğuna göre, fotoğrafa ilişkin görüntü koordinatlarından nesnenin bulunduğu mekana ilişkin arazi koordinatlarına geçiş, yani bu koordinat sistemleri arasında dönüşüm sağlanmalıdır [12].

Piksel koordinatlarından başlayıp arazi koordinatlarına kadar uzanan sistem koordinatlarında gerçekleşen bu dönüşüm işlemlerinin tümü yöneltme olarak adlandırılmaktadır. İç ve dış yöneltme olmak üzere iki yöneltmeden bahsedilebilir [62].

- İç Yöneltme:

Bu yöntem ile izdüşüm merkezinden geçen ışın demetinin şekli tanımlanır. Dolayısıyla görüntü koordinat sisteminin başlangıcı olan asal nokta belirlenir. Bir başka ifadeyle piksel koordinatlarından, görüntü koordinatlarına dönüşümün gerçekleştiği işlem adıdır. Bu işlemler sırasında iç yöneltme parametrelerine optik izdüşümü belirleyen mercek hatalarının bilinmesi gerekir. İç yöneltme elemanlarının bilinmesi durumunda sabit değer olarak alınırlar. Eğer bu değerler bilinmiyor ise çekim için kullanılan optik sistemin kalibrasyon ölçümleri yapılarak mercek hatalarının belirlenmesi gerekir [62, 12].

- Dış Yöneltme

Kameranın bir referans sistemine göre (arazi sistemi) konumunun belirlenmesi ve yöneltmesidir. Dış yöneltme,

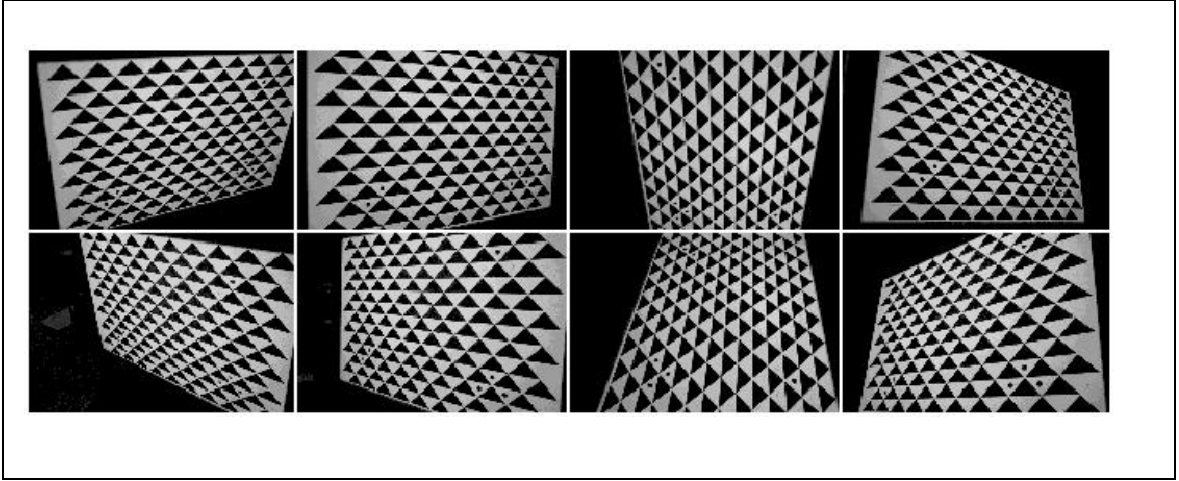
- Karşılıklı Yöneltme
- Mutlak Yöneltme

Şeklinde iki adımı içerir. Karşılıklı yöneltmede fotoğrafların alımı sırasında mevcut olan perspektif koşulların stereo değerlendirme aletlerinde veya matematik işlemlerle yeniden oluşturulması işlemidir. Bu işlem sonucunda görüntü koordinat sisteminden model koordinatlarına dönüşüm gerçekleştirilmiş olur. Yöneltme işlemi yeryüzündeki ölçülerden bağımsız, görüntü üzerindeki standart noktalarla yapılmışsa ilişkilendirme mutlak yöneltmeyle sağlanır. Mutlak yöneltme karşılıklı yöneltme sonucunda oluşturulan modelin 3 dönme, 3 öteleme ve bir ölçek değişimi ile arazi koordinat sistemine dönüştürülmesi işlemidir [62].

1.3.1.4. Kalibrasyon

Yakın resim fotogrametrisinde kamera kalibrasyonu, kamera sistemini en iyi şekilde ifade eden parametrelerin bulunması olarak ifade edilir. Bu parametreler, resim çekme merkezinin resim düzlemine uzaklığı (odak uzaklığı), resim koordinat sistemi

eksenlerinin yönleri ve dönüklükleri ile distorsiyon parametreleridir. Fotogrametride fotoğraf çekimi sırasında çekim makinesinin mercekleri fiziksel bazı özelliklere sahiptir. Optik izdüşüm, merceklerin fiziksel yapısı ile ilgili olarak resim düzleminin (merkezi izdüşüm düzlemi) değişik yerlerinde değişik etkilere sebep olur. Merceklerin izdüşümdeki bu fiziksel etkilerine genel olarak distorsiyon denilmektedir. Kamera kalibrasyonu ile distorsiyonun resim koordinat sistemi olan resim düzlemine etkisi belirlenerek doğrusallık koşulu için doğrusal dönüşüm parametrelerinin kullanılması sağlanır. Bir resim çekme makinesinin kalibrasyonu aynı zamanda fotogrametrik nokta belirleme işleminin tersi olarak da ifade edilebilir. Fotogrametrik nokta belirlemede iç yöneltme elemanları, yani kamera sistemini tanımlayan parametreler bilinir ve cisim noktalarının koordinatları istenir. Kalibrasyonda ise cisim noktalarının koordinatları bilinir ve iç yöneltme elemanları aranır (Şekil 6) [15, 22].



Şekil 6. PhotoModeler 4.0 yazılımı ile kalibrasyon için, koordinatları bilinen kalibrasyon grafiğinden gerekli açılardan çekilmiş sekiz fotoğraf [14].

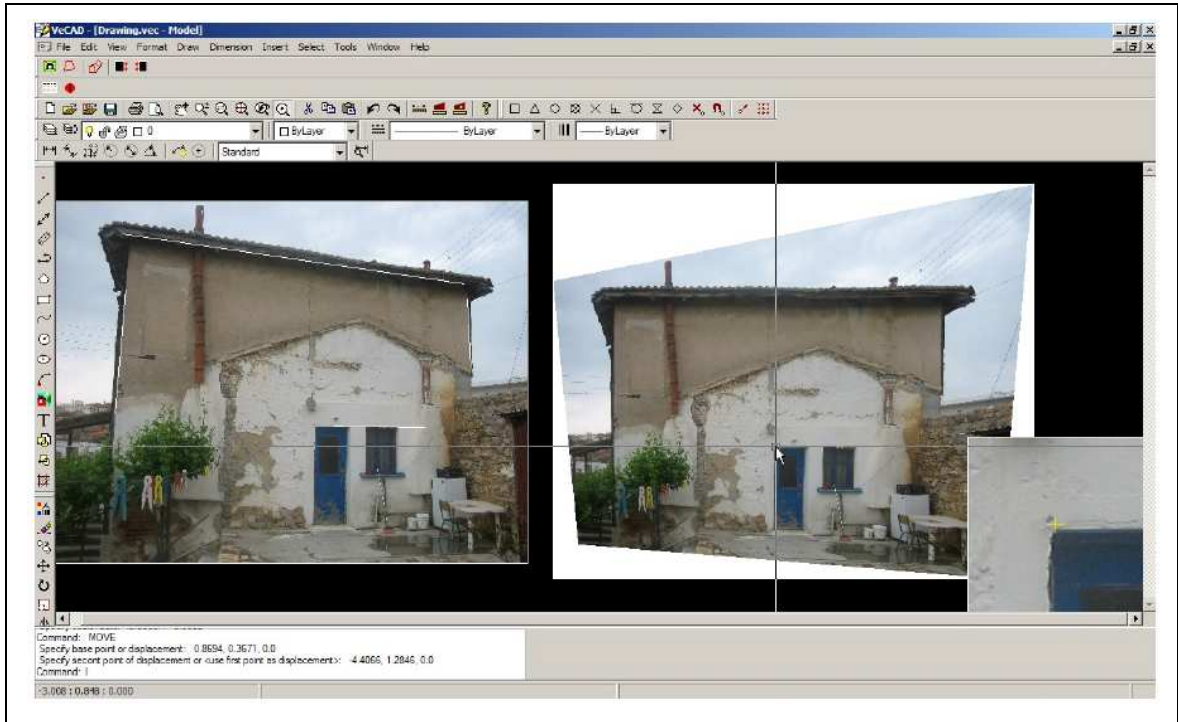
1.3.1.5. Rektifikasyon, Ortofoto ve Düşeye Çevirme Kavramları

Tek bir ölçme resmi mekansal bir cismin tekrar oluşturulması için yeterli değildir. Buna rağmen tek bir resmi kullanabilmek için yöntemler geliştirilmiştir. Bu tip tek resim değerlendirmelerinin ön koşulu cismin geometrik yapısının bilinmesidir. Tek resim değerlendirmesi genellikle iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada kural olarak distorsiyona uğramış analog veya dijital resimden, geometrik olarak düzeltilmiş, yani rektefiye edilmiş “doğru” resimler elde edilir. Düzeltme işlemi sonunda elde edilen bu

dođru resimlere ortofoto, bu iřlemede rektifikasyon, yada dūřeye çevirme denilmektedir (Őekil 7) [17].

Fotođraflarda olan, ölçülecek yüzeyle ilişkin kayıklıklar ve kamera eğikliğinden kaynaklı hatalar, ortofoto görüntülerde ortadan kaldırılmış olur. Planimetrik doğruluk, mekansal konum, aı, mesafe gibi direkt ölçümler yapmak için ortofoto görüntüler, harita veya ölçekli bir çizim gibi kullanılabilir. Rektefiye edilmemiş resimlerde böyle ölçümler sadece yaklaşık olarak yapılabilir [16].

Ortofotolara genellikle grafik elemanlar eklenerek ortofoto haritalar, ve özellikle hava resim haritaları oluşturulur. Ortofoto haritalar, çizgisel haritalar ile karşılaştırıldığında doğal araziler daha gerçekçidir. Arkeologlar, zemin işleri ile ilgili uzmanlar, orman mühendisleri, peyzaj mimarları, coğrafyacılar ve Şehir plancılar genellikle çizgisel haritalarda kendileri için önemli detayları bulabilmek açısından, ortofoto haritaları tercih etmektedirler. Birçok disiplin bu Şekilde istedikleri özellikte kendi tematik veri altyapılarını oluşturabilmektedirler [17].



Şekil 7. Perspektif ve rektefiye edilmiş görüntüler [21].

1.3.2. Gerekli Ekipman

Yakın resim fotogrametrisi için gerekli ekipmanlar sıralanırken, çalışmanın konusu gereği, yöntemin, mimari alanda uygulanacağı ve değerlendirileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu noktadan hareketle, fotogrametrik bir dokümantasyon çalışması için gerekli ekipmanları, kayıt araçları, değerlendirme araçları ve sunu araçları olmak üzere üç bölümde ele almam mümkündür.

- **Kayıt Araçları :** Kayıt araçları bir anlamda fotogrametrik bir çalışmanın başlatılabilmesi için gerekli verinin alan çalışması sırasında elde edilmesine yarayan araçlardır. Bunlar, fotografik kayıt için analog fotoğraf, dijital fotoğraf yada video görüntüleri; nicel ölçüm için şerit metre, gibi geleneksel araçlar ve jeodezik ölçüm aletidir (total station).
- **Değerlendirme Araçları :** Başarılı bir değerlendirmenin yapılabilmesi öncelikli olarak, elde edilen verilerin işler bir düzende kataloglanması ve yönetilmesiyle mümkün olabilmektedir. Bugün veri yönetimi ve tasnifi için birçok yazılım bulunmaktadır (PostgreSQL, Open Office vs.). Mimari fotogrametri uygulamalarında, kompleks grafik ve öznelik veri yığınlarını yönetmek için kullanılan bir diğer araç da coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımlarıdır. Veri yönetimi özellikle kentsel ölçekli, kompleks uygulamalar söz konusu olduğunda önem kazanmaktadır. Kuşkusuz en önemli değerlendirme araçlarından bir diğeri de fotogrametrik analiz yazılımlarıdır (Pictran, Rolleimetric, PhotoModeler, Imagemodeler vs.). Rektifikasyon ve fotogrametrik model oluşturma gibi sonuca yönelik ürünler, bu değerlendirme yazılımlarıyla mümkün olabilmektedir.
- **Sunu Araçları :** Özellikle mimari fotogrametride sunu araçları, mimarlık mesleğinin sunu teknikleriyle doğrudan ilişkilidir. Bugün, sunu aracı olarak çizim yapmada kullanılan AutoCAD gibi yazılımların yanında 3 boyutlu model üreterek hem ortografik hem de perspektif bakış imkanı sağlayan 3d Studio MAX gibi modelleme yazılımları da kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak Adobe Photoshop gibi raster görüntü üzerinde renk ve biçim düzenlemesine imkan tanıyan yazılımlar da yardımcı araçlar olarak uygulama alanı bulmaktadır. [5].

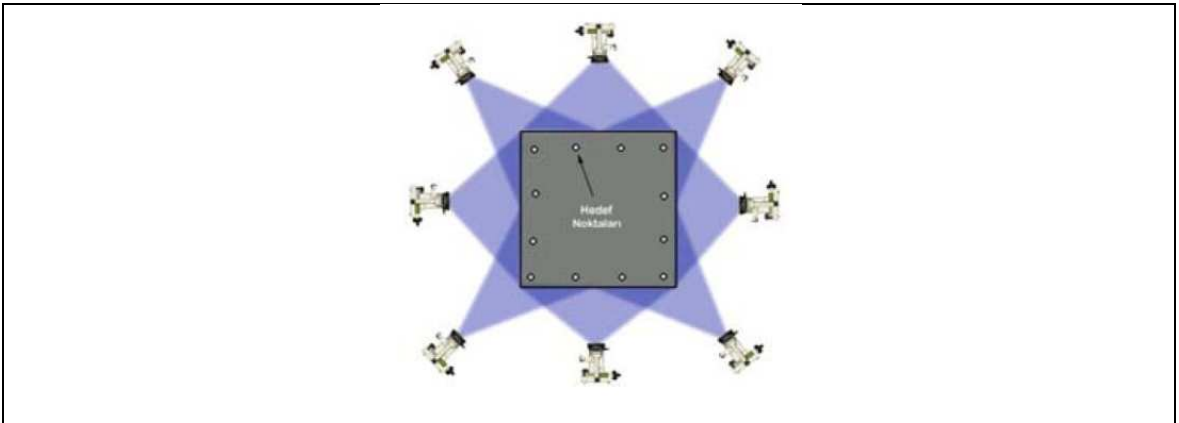
1.3.3. Yakın Resim Fotogrametrisinde Genel İşlem Adımları

Yakın Resim Fotogrametrisi uygulamalarının çoğunluğunu topografik olmayan uygulamalar oluşturmaktadır. Dolayısıyla yapılacak çalışmaya ilişkin istek ve ihtiyaçlar uygulamadan uygulamaya farklılık göstermektedir. Bununla beraber fotogrametrik ölçme işleminin amacı da bu farklı istek ve ihtiyaçların ortaya koyduğu sınırlar içerisinde kalitenin yükseltilmesini sağlamaktır. Yüksek kalite ise her projenin ayrı ayrı doğruluk ve ekonomiklik açısından optimizasyonu ile mümkün olmaktadır. Proje sonunda istenen doğruluk düzeyine ulaşabilmek için fotogrametrik ölçme sistemini meydana getiren bileşenleri gerçekleştirmek gerekir. Bu bileşenler:

- Proje Planlama
- Jeodezik Çalışma (Arazi çalışması)
- Fotoğraf Çekimi
- Görüntülerin Değerlendirilmesi

Şeklinde dört başlıkta toplanabilir [18].

Proje planlama aşamasında çalışmada kullanılacak fotoğraf makinesi, jeodezik ölçüm aleti gibi donanımsal gereçlere ve yazılıma karar verilir. Çekim planı hazırlanır ve gelecek kontrol noktalarının yerlerine karar verilir (Şekil 8). Jeodezik çalışma ile fotoğrafların çekilmesi birbirini takip eden iki süreçtir. Planlamada belirlenen kontrol noktaları oluşturularak, ölçümleri yapılır ve fotoğraflar çekilir. Bir fotogrametrik çalışmanın son aşaması değerlendirme aşamasıdır. Değerlendirme aşamasında, çekilen fotoğraflar ve, alınan ölçüler, Planlama aşamasında karar verilen yazılım kullanılarak değerlendirilir ve sonuç ürün üretilir [62].



Şekil 8. Resim çekim planı [18].

Bu temel bileşenler bir cismin fotogrametrik yöntemle ölçme ve değerlendirmesinin temel bileşenlerini oluşturur. Bir fotogrametrik çalışmada, başarılı bir sonuç ürün için, dikkat edilmesi gereken diğer hususlar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Model oluşturmak için gerekli her detay noktası en az iki noktada görülecek şekilde çekilmelidir.
- Modelleneyecek nesnenin şekil ve ebatlarına göre uygun konum ve sayıda fotoğraf çekilmelidir.
- Dış yöneltme için her resimde en az 4 kontrol noktası olacak şekilde resim çekilmelidir. Bu noktalar aynı doğrultu üzerinde olmamalıdır.
- Eğer modelleme işlemi kontrol noktasız yapılacaksa ölçeklemek için değeri net bilinen bir mesafe gerekir ve bu mesafenin mümkün olduğunca uzun olması tercih edilir.
- Jeodezik ölçüm için ağ oluşturulurken, kontrol ve bağlama noktalarını iyi görmesine dikkat edilmelidir.
- Kontrol noktaları için, iyi görülebilen hedef işaretleri kullanılmalıdır [18].

1.3.4. “3x3” Kuralı

Brunner (1988), “3x3 fotogrametri için asgari kurallar” adı altında diploma tezinde bir dizi kural tanımlamıştır. Kurallar, herkesin kendi kişisel kamerasıyla amatör bir şekilde fotogrametrik belgeleme yapabilmesi için hazırlanmıştır. Aradan geçen yıllarda yapılan fotogrametrik çalışmalar, bu basit kurallar sayesinde metrik olmayan (iç yöneltmesi bilinmeyen) kameralarla da hassas fotogrametrik çalışmaların yapılabileceğini göstermiştir. Bu kurallar üç ana başlık altında üçer maddelik toplam dokuz kuraldan oluşmaktadır [37].

Bunlar:

- 3 geometrik kural
 - Ölçümü yapılacak yüzeyden biri yatay diğeri dikey olmak üzere en az toplam iki uzunluk bilinmelidir.
 - Ölçülecek objenin örtüşmeli olarak 360° fotoğraflanması gerekir.
 - Normal ve konvergent olmak üzere objenin stereo fotoğrafları da çekilmelidir.
- Fotografik kurallar:

- Çekimler için zum kullanılmalıdır, odak uzaklığı sabit olmalıdır.
- Çekimler esnasında sert gölgelerin olmadığı yumuşak bir aydınlatma seçilmelidir.
- Her türlü film kullanılabilir fakat negatiflerin hasar görmemesine dikkat edilmelidir (analog fotoğraflar için).
- Çalışma kuralları
 - Vaziyet planı ve cepheler, eskiz olarak çizilmelidir.
 - Fotoğraflanan obje ve yapılan işlere ilişkin titiz rapor tutulmalıdır.
 - Çalışma alanı terk edilmeden her türlü final kontrolü yapılmalıdır [36].

1.3.5. Yakın Resim Fotogrametrisinin Farklı Uygulama Alanları

1893 yılında Dr. Albrecht Meydenbauer tarafından “fotogrametri” teriminin ilk kez kullanılmasından ve modern fotogrametrinin ilk temellerinin atılmasından bugüne bilgisayar sistemlerinde ve teknolojiye gelişmeler yersel fotogrametrinin özellikle endüstride ve uygulanalı mühendislik alanlarındaki uygulama imkanlarını artırmıştır. Dolayısıyla, yakın resim fotogrametrisi de oldukça geniş bir perspektifte uygulanabilme imkanı bulmuştur. Bu alanları genel olarak mimarlık, arkeoloji, trafik kazaları, deformasyon ölçümleri, tıp, veterinerlik, endüstri, orman endüstrisi, otomobil endüstrisi vs. olarak sayabilmekle birlikte, dijital sistemlerde bugün geldiğimiz noktada, yakın resim fotogrametrisinin uygulama alanları ancak kişinin hayal gücüyle sınırlıdır [6, 39, 40].

Arkeoloji alanında, fotogrametrik yöntemlerin uygulandığı bir tespit çalışması Datça’da Knidos antik tiyatrosu için yapılmıştır. Çalışmayla, daha sonra yapılacak restorasyon projesine hassas bir altlık oluşturması amacıyla antik tiyatronun rölövelerinin fotogrametrik olarak çıkarılması ile, yöntemin uygun kullanım olanakları irdelenerek, maliyet ve diğer disiplinlerle arasında veri alışverişinin sağlanabilirliği ortaya konulmak istenmiştir [7].

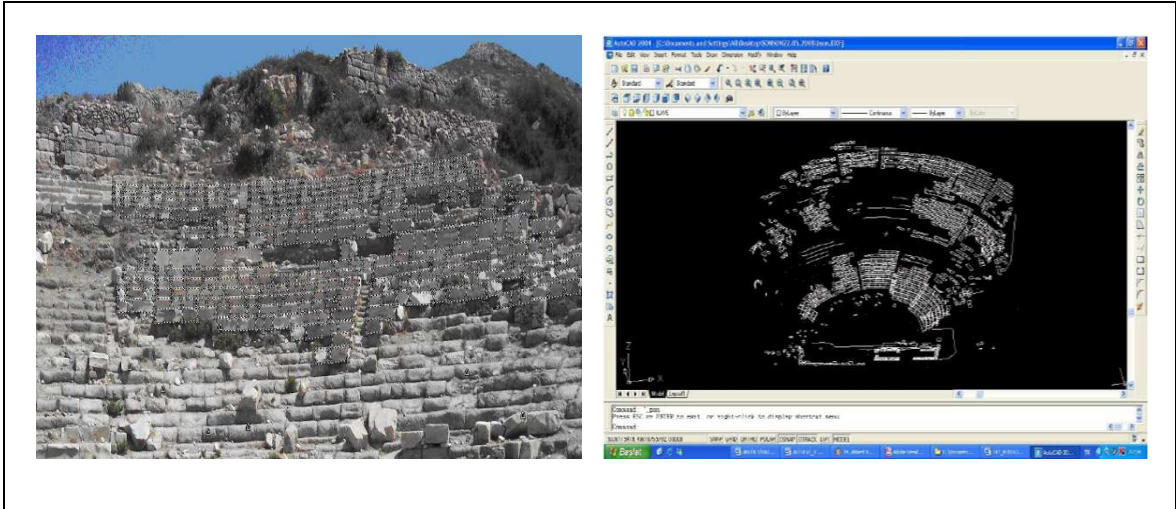
Uygulamada öncelikli olarak antik tiyatro, Kodak EasyShare DX4530 Marka Dijital fotoğraf makinesiyle yerden ve bir uçurtma yardımıyla havadan fotoğraflanmıştır. Çalışma, fotoğraf çekimi için önerdiği bu yöntem açısından önemlidir. Bu şekilde hava fotogrametrisi ve yersel fotogrametri birlikte kullanılarak çözüm üretilmiştir. Havadan çekilen fotoğraflar için 24 yerden çekilen fotoğraflar için 345 adet olmak üzere toplam 369

kontrol noktası antik tiyatroya yerleştirilmiş ve Topcon GPT 3007 lazerle reflektörsüz ölçüm yapan jeodezik ölçüm aletiyle bu kontrol noktaları ölçülmüştür (Şekil 9) [7].



Şekil 9. Knidos antik tiyatrosu fotogrametrik rölövesi için kontrol noktaları [7].

Bu şekilde arazi çalışmasıyla elde edilen uygulama alanına yönelik fotoğraflar, kontrol noktalarının X, Y, Z, değerleri ve kameranın kalibrasyon değeri, Knidos antik tiyatrosunun 3D modellemesinin yapılabilmesi için Photomodeler yazılımına aktarılmıştır. Photomodeler'da çizim işlemi bitirildikten sonra model .dxf formatında AutoCAD yazılımına alınarak, diğer kullanımlar için hazır hale getirilmiştir (Şekil 10) [7].

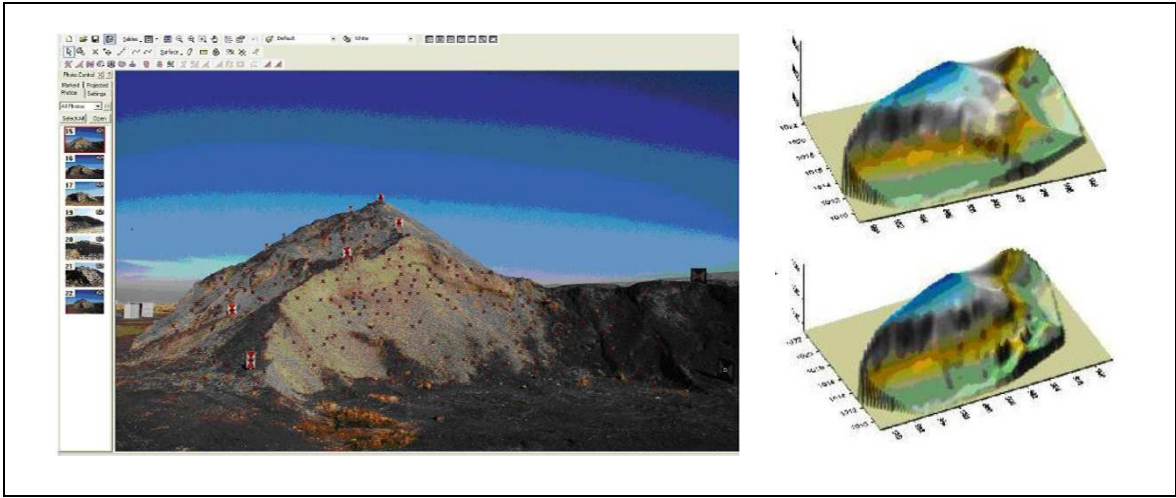


Şekil 10. Knidos antik tiyatrosu fotogrametrik rölövesi [7].

Yakın resim fotogrametrisinin bir başka kullanım alanı da hacim hesapları olmuştur. Genellikle mühendislik projelerinin (yol, madencili vs.) arazi ile ilgili çalışmalarını sırasında maliyet hesaplarının yapılabilmesi için kazılacak ve doldurulacak toprak

hacimlerinin bilinmesi gerekmektedir. Genel olarak bu hesaplar, enkesitlerden, prizmalardan, yüzey nivelmanı ölçülerinden yararlanılarak yapılmaktaydı. Günümüzde ise fotogrametrik olarak daha pratik ve daha kısa sürede hesaplanabilmektedir. Burada temel dayanak noktası, araziye tanımlayacak uygun dağılım ve sıklıktaki noktaların (X,Y,Z koordinatlarının) toplanmasıdır [8].

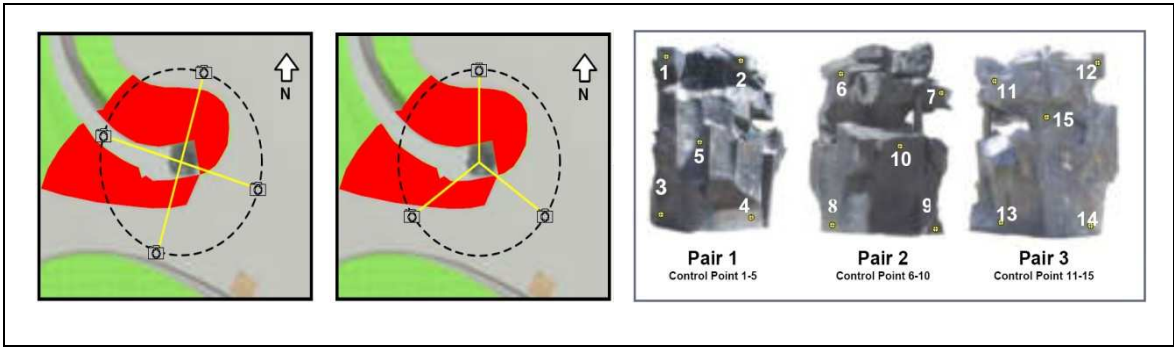
Yöntemin uygunluğunu göstermek amacıyla seçilen bir kum ocağında örnek bir uygulama yapılmıştır. Hacmi hesaplanacak alan yaklaşık 20 m boyunda, 14 m derinliğinde ve 5m yüksekliğinde bir kum yığınıdır. Uygulamada yığına öncelikli olarak 20x20 cm boyutlarında sac levhalardan oluşan 19 adet kontrol noktası yerleştirilmiş ve jeodezik ölçüm aletiyle ölçülmüştür. Daha sonra kum yığınının hacmi bilinen bir kamyonla iki kasa kum alınarak aynı ölçüm tekrar yapılmıştır. Fotoğraf çekimleri NIKON D200 digital SLR bir makineyle ve fotogrametrik esaslara uygun olarak yapılmış; bütün görüntüler ve kontrol noktaları Photomodeller 5.0 yazılımında değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kum ocağına ilişkin iki ayrı yüzey modeli üretilmiş ve arasındaki hacim farkı hesaplanabilmiştir (Şekil 11) [38].



Şekil 11. Kum ocağındaki ölçüm yüzeyi ve iki duruma ait modeller [38].

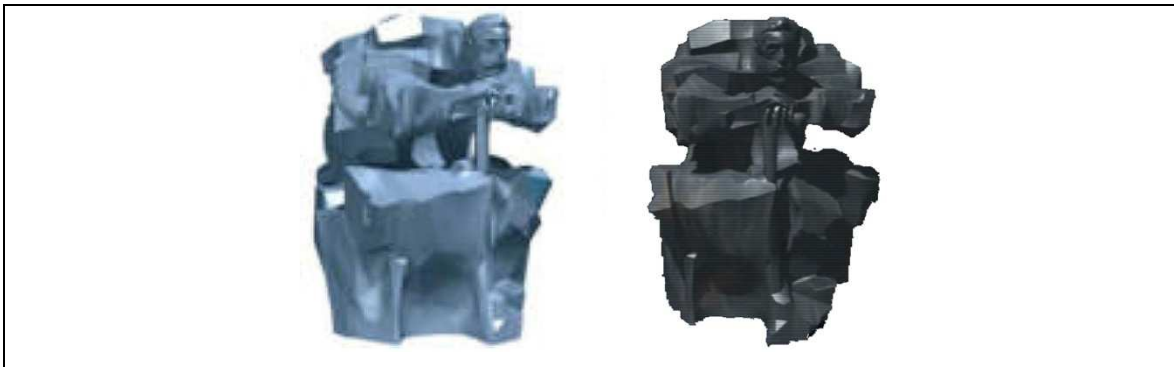
Bir diğer yakın resim fotogrametrisi uygulamasında da, Las Palmas kent meydanında konuşlandırılmış, 2,9x 2,3 m boyutlarında bir heykel modellenmiştir. Bu örnek, fotogrametrik yöntemlerin kompleks şekilli objelerin modellenmesinde uygulanabilirliğini göstermesi açısından önemlidir. Denizin etkisiyle hasar gören heykelin mevcut hali belgelenmek istenmiş fakat heykelin kompleks formu nedeniyle, geleneksel

yöntemler yeterli olmamış, fotogrametrik yöntem tercih edilmiştir. Proje, uygulama esnasında doğabilecek alternatifleri ve karar aşamasındaki tercih nedenlerini de ortaya koymaktadır. Örneğin modeli oluşturulmak istenen heykel çevresinde 90'ar derecelik 4 noktadan ve 120'şer derecelik 3 noktadan olmak üzere iki ayrı çekim planı üzerinde durulmuş, ve ikinci plan tercih edilmiştir. Bu sayede hem daha az fotoğraf çiftiyle çalışılmış hemde daha az kontrol noktası kullanılmıştır. Aynı zamanda 4 çekimle 3 çekim arasında kör noktalar açısından herhangi bir avantaj veya dezavantaj olmayışı da, ikinci planın tercihi rol oynamıştır (Şekil 12) [9].



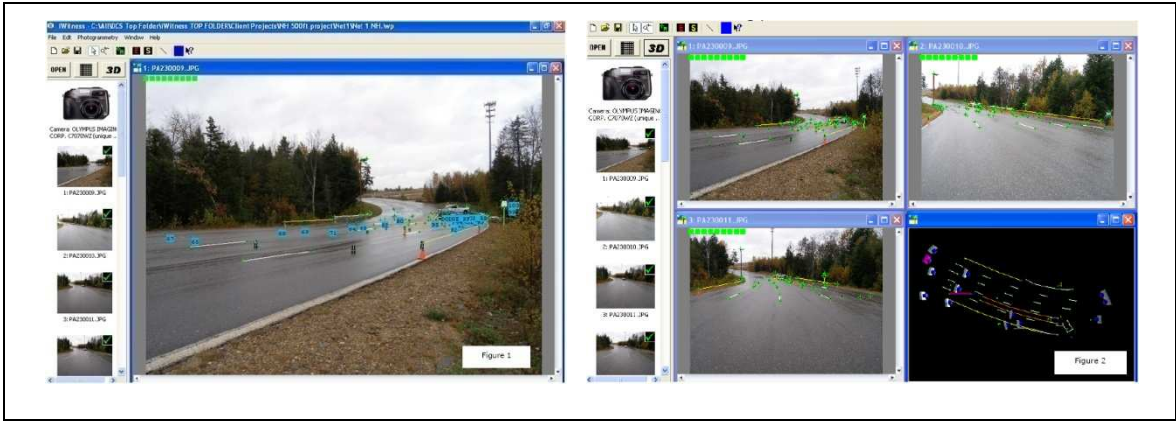
Şekil 12. Alternatifli çekim planları ve 3 çekim açısından kontrol noktaları [9].

Sonraki aşamada, 3 açıdan da çekilen her fotoğraf çiftinde için 5'er tane görülecek şekilde olmak üzere toplam 15 kontrol noktasıyla heykel sarılmış ve Pentax 645 yarı metrik fotoğraf makinesiyle heykel fotoğraflanmıştır. Bütün süreçler fotogrametrik esaslara uygun bir şekilde yürütülmüş ve sonuç olarak üretilen modele çekilen fotoğraflarla elde edilen yüzey dokusu da kaplanarak, gerçekçi görüne sahip heykel modeli oluşturulmuştur (Şekil 13) [9].



Şekil 13. Heykelin yüzey dokusu kaplanmış haliyle fotogrametrik modeli [9].

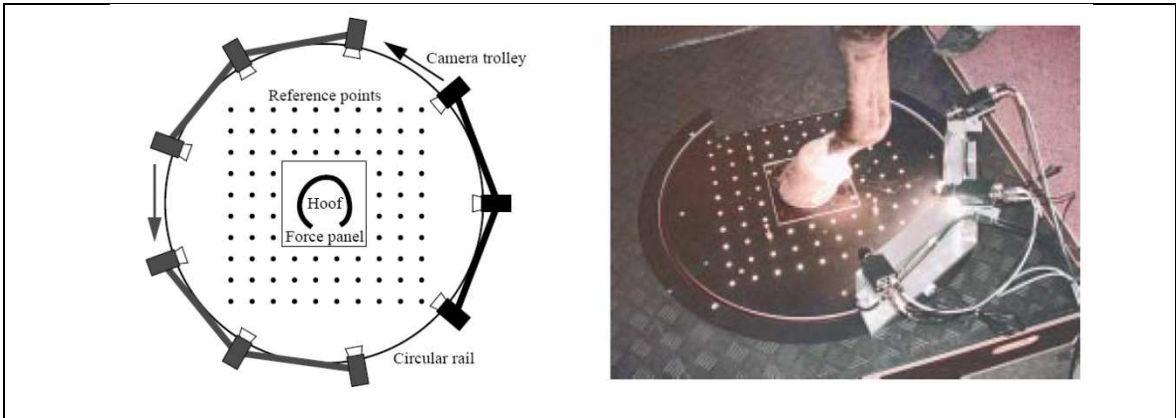
Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanan bir diğer örnekte ise trafik kazalarının ardından olay yerinin modellenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Kazanın oluşmasının ardından, yolun trafiğe en kısa sürede tekrar açılması, son derece önemlidir. Bu çalışmada, sadece trafik kazalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş, yakın resim fotogrametrisi prensipleriyle çalışan fakat, bu konunun uzmanı olmayan kişilerce de kolay uygulanabilir olması için son derece basitleştirilmiş bir yazılım olan iWitness kullanılmaktadır. Çalışmada öncelikli olarak 3 boyutlu kontrol noktaları olay yerine homojen bir şekilde yerleştirilmiş ve yaklaşık 40 adet fotoğrafla birbiriyle örtüşecek şekilde 3 set resmedilmiştir. iWitness yazılımında zorunlu olmamasına karşın ölçümde kesinliği ve gerektiğinde kontrol etme imkanı sağlaması açısından fotomodeli ölçekleyebilmek için olay yerinden 6 adet ölçü de kaydedilmiştir. Çekimler, kalibrasyon bilgileri iWitness yazılımında otomatik olarak tanımlanmış 7.1 mega pikselik Olympus C-7070 ile yapılmıştır (Şekil 14) [10].



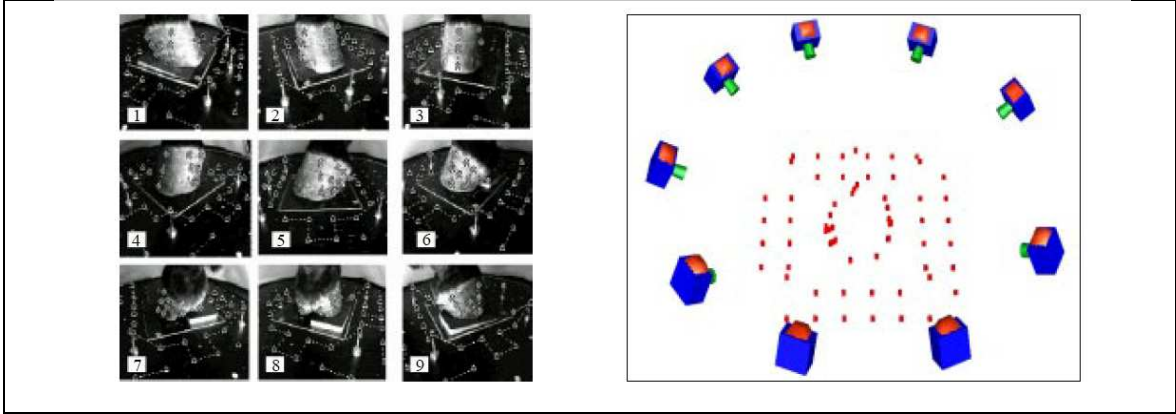
Şekil 14. Üç boyutlu kontrol noktalarının olay yerine yerleştirilmesi ve iWitness yazılımında fotoğrafların değerlendirilmesi [10].

Daha sonra çekilen fotoğraflar iWitness yazılımına alınarak, birbirini net bir açıyla gören iki fotoğraftan başlamak suretiyle olay yerinin modellenmesine geçilmiştir. Burada modelleme esnasında kullanılan kontrol noktaları harici olarak yerleştirilen kontrol noktaları olmak zorunda değildir. Çevreye ilişkin her türlü doğal özellik (araçlar, yol çizgileri, trafik işaretleri, vs.) kontrol noktası olarak kullanılabilir. Sonuçta elde edilen olay yeri modeliyle, yol kısa sürede trafiğe tekrar açılabilir ve, kaza mahaline ilişkin, bir kaza krokisinden çok daha kesin ve doğru bilgiler kaydedilmiş olmaktadır [10].

Bir diğerk fotogrametri uygulaması da birçok alanda başvuru lan deformasyon ölçümü üzerine gerçekleştirilmiştir. Veterinerlik alanında uygulanmış bu örnekte at toynağının farklı yükler altındaki deformasyonunun ölçülmesi hedeflenmiştir. Uygulamada öncelikli olarak, üzerine atın ayağının bastırılacağı 50x50 cm ebatlarında, 84 tane referans noktasıyla belirlenmiş alüminyum bir plaka hazırlanmıştır. Plakanın ortasında toynağın basacağı bölüme de bir adet basınç sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensör farklı yüklemeleri tespit içindir. Çekimler için aynı anda 3 görüntü elde edebilmek adına 3 adet Sony XC75CE CCD kamera kullanılmıştır. Kameraların kalibrasyon değerleri, uygulamada da kullanılacak olan PhotoModeler yazılımının kalibrasyon desteğiyle daha önceden elde edilmiştir. Kameralar plakayı çevreleyen çember şeklinde bir ray sistemine monte edilmiş ve döndürülerek 3 pozisyondan 3'er görüntü olmak üzere toplam 9 kare görüntü kaydedilmiştir. Atın toynağındaki ton farklarının belirgin olmayışından dolayı, toynağın fotogrametrik modelini çıkartırken kolaylık olması açısından, toynağın üzerine de kontrol noktaları yerleştirilmiştir (Şekil 16). Hazırlanan bu sistemle, farklı yükleme koşullarında ve farklı kalınlıklarda nallar kullanarak bir dizi çekim ve ölçüm yapılmıştır. Sonuç olarak, elde edilen bütün fotogrametrik ölçüm değerleri, atın toynağında farklı yükler altında meydana gelen deformasyonu tespit etmek için karşılaştırmalı bir gözlem olanağı sunmuştur (Şekil 15) [11].



Şekil 15. Alüminyum plaka etrafındaki kamera düzeneği [11].



Şekil 16. 9’lu fotoğraf serisi ve fotogrametrik modelin oluşturulması [11].

1.4. Mimarlıkta Yakın Resim Fotogrametrisi ve Mimari Fotogrametri Kavramı

Yersel fotogrametri teknikleri yukarıda da değinildiği üzere, yıllardır arkeolojik ölçmeler ve tarihi eserlerin dökümantasyonu gibi birçok alanda tespit yöntemi olarak kullanılmaktadır. Dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametrik tespit yöntemleri, mimari yapıların dökümantasyonu için de daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline gelmiştir [3,4,5].

İlk uygulamalarının hemen hemen eş zamanlı olarak 1851 yılında Fransa’da binbaşı A. Laussedat ve 1858’de Almanya’da mimar A. Meydenbauer tarafından başlatıldığı bu yöntem, günümüzde yapının gerçek biçimini en kısa sürede ve doğru olarak belgelemesi nedeniyle tercih edilmekte, birçok restorasyon çalışması öncesinde hızlı ve sağlıklı rölöve elde etmek amacıyla kullanılmaktadır [24].

Özetle, belgelenmek istenen mimari yapıya ait sayısal yada analog görüntüler üzerindeki bilgilerin, yapının ölçekli görsel belgelerinin elde edilmesi için kullanılmak üzere değerlendirilmesi tekniklerinin bütününe mimari fotogrametri denilmektedir. Özellikle Tarihi yapıların dökümantasyonu ve korunması çağımızda insanlığın ortak sorunu olarak kabul edilen ve üzerinde önemle durulan bir olgudur. Mimari fotogrametri ile mimarların ve arkeologların tarihi eserler üzerinde çalışırken gereksinim duydukları kesin gösterim ve görselleştirmeyi sağlayan 3D modellerin üretilmesi mümkün olabilmektedir [1,3].

Bir başka deyişle mimari fotogrametri özünde bir belgeleme yöntemidir. Özellikle restorasyon projelerinin vazgeçilmez bir parçası olan, yapının mevcut durumuna ilişkin

çizimler (rölöve çizimleri) bu yöntemle hassas ve güvenilir bir şekilde kısa zamanda elde edilebilmektedir. Bu sayede sayısal yada analog görüntüler kullanılarak mimari yapıya ait her türlü geometrik bilgiye, konum, boyut ve şekil özelliklerine ulaşılmış olur [1].

Sanıldığı gibi yakın resim fotogrametrisi ve özellikle de mimari fotogrametri, hava fotogrametrisine kıyasla, her zaman özel kameralarla çekilmiş düşey fotoğraflara gereksinim duymaz. Veri oluşturmada, veri işleme ve sunu yöntemlerindeki yeni teknoloji ve teknikler (CCD Kameralar, Tarayıcılar, Bilgisayar ve CAD ve Simülasyon yazılımları) daha yeni ve daha kolay metot ve sonuçları da beraberinde getirmiştir. Bu sayede mimari yada arkeolojik kültürel mirasın tespiti, korunması ve restorasyonu için bu disiplinlere çok önemli katkılar sağlamıştır [60].

Çağdaş mimari fotogrametri yöntemleri üç alt başlıkta incelenmektedir:

1. Tek görüntü (single image) yöntemi
2. Stereo görüntü (stereo image) yöntemi
3. Çoklu görüntü (bundle) yöntemi

Bu yöntemlerden ilki, belgelenmek istenen mimari yapının yüzeyine ilişkin iki boyutlu bilgi üretmek için tercih edilir. Yapının bütününe dair geometrisini yada konumunu tespit etmek mümkün olmamaktadır. Ancak diğer iki yöntemle yapıya ait her türlü 3D geometrik ve konum bilgisi elde edilebilmektedir [60,1].

1.4.1. Tek Görüntü (Single Image) Yöntemi ile Mimari Fotogrametri

Bu teknik, belgelenmek istenen yapının genel formundan ziyade, şekli bilinen düzlem yüzeylerine ilişkin veri oluşturmak istendiği zaman uygundur. Bir başka deyişle uzaktan algılama için çekilmiş fotoğraflardaki geometrik, optik ve mekanik bozulmaların, bu iş için özel olarak geliştirilmiş bilgisayar yazılımları yardımıyla düzeltilmesi yani düşeye çevrilmesi işlemidir. Düşeye çevrilen fotoğraflar gerek mevcut durumun belgelenmesi için rölöve çizimlerinin hazırlanması gerekse de hasar durumu, malzeme bilgisi, doku özellikleri gibi restorasyona ilişkin kararların alınabilmesi için analitik lejantların hazırlanması gibi, istenilen amaca yönelik birçok şekilde kullanılabilir. (Şekil 17) [1,59].



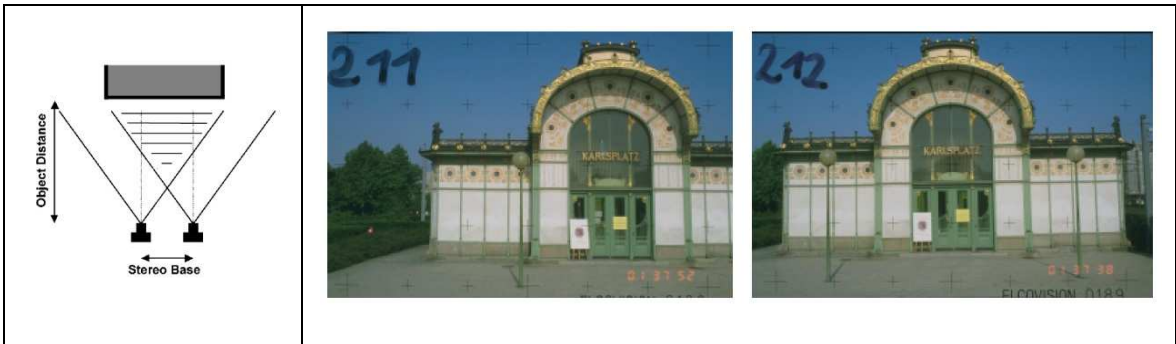
Şekil 17. Tek görüntü yöntemi için çekim planı ve fotoğrafın düşeye çevrilmeden önceki ve sonraki hali [60,59].

1.4.2. Stereo Görüntü (Stereo Image) Yöntemi ile Mimari Fotogrametri

Eğer tespit edilmek istenen mimari yapının geometrisi tamamıyla bilinmiyor ise, tek görüntü yöntemi bir işe yaramayacaktır. Stereo görüntü yöntemi bu gibi durmlar için zorunludur. Stereoskopik görüş prensiplerine göre, stereo olarak çekilmiş bir çift fotoğraf ile, fotoğrafı çekilen objenin stereoskopik etkiye sahip özel bir görüntüsü oluşturulabilir. İşte bu prensibe dayanılarak bir objenin 3D modeli, bilgisayar ortamında yeniden oluşturulabilmektedir. Bu sayede birbiri üzerine bindirmeli olarak çekilmiş stereo görüntü çiftleri kullanılarak bütün bir yapının geometrisini elde etmek mümkün olabilmektedir. Sonuç olarak bu yöntemle:

- Cephelere ait 2D planlar
- 3D tel kafes yada doku kaplamalı modeller
- Yapıya ait her türlü koordinat listesi

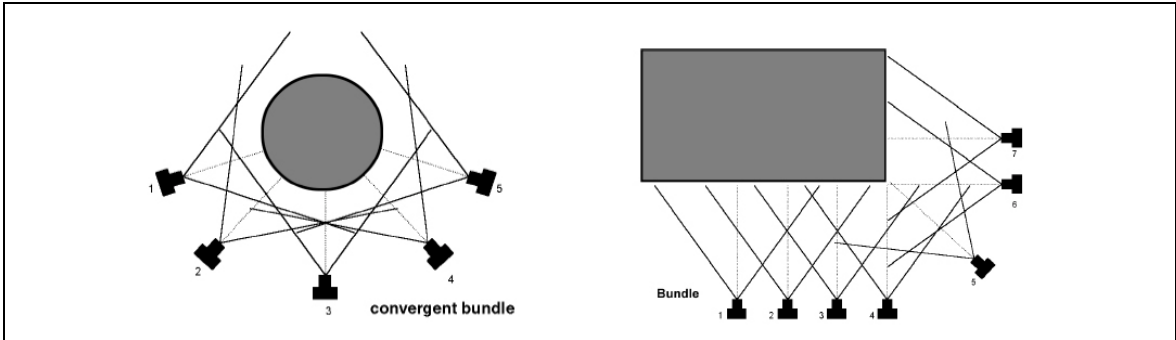
Üretilmektedir (Şekil 18) [60].



Şekil 18. Stereo görüntü için çekim planı ve fotoğraflar [60].

1.4.3. Çoklu Görüntü (Bundle) Yöntemi ile Mimari Fotogrametri

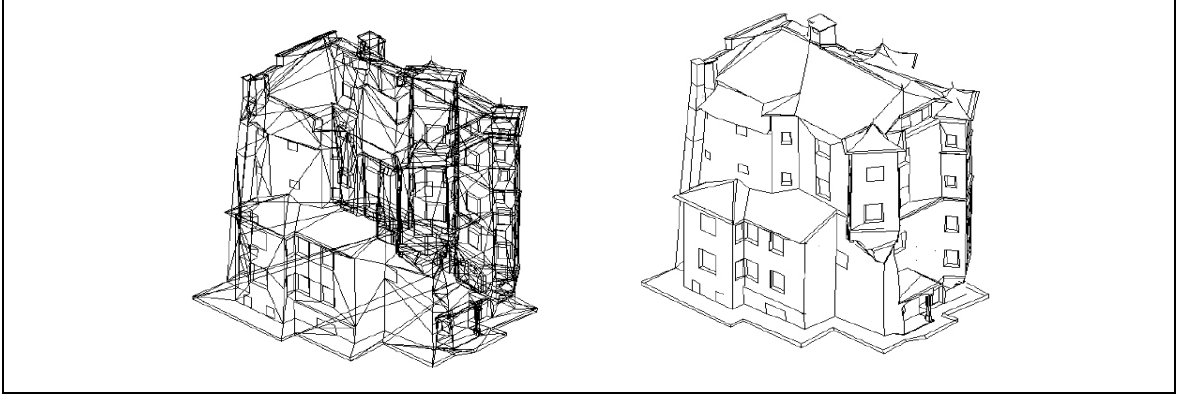
Çoklu görüntü yöntemi özünde, stereo görüntü yöntemi ile aynı prensiplere dayanmaktadır. Fakat çoğu zaman bir tek stereo fotoğraf ikilisi kompleks bir yapının bütününün modelini üretmede yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla yapının bir bütün olarak tespit edilebilmesi için daha fazla fotoğraf ikililerine ihtiyaç duyulur. Belgelenmek istenen yapının tümünü kaplayan çok sayıda fotoğrafın kullanılması nedeniyle çoklu görüntü (bundle, multi image) yöntemi denilmiştir. Fotoğraflar rastgele seçilmiş noktalardan çekilebilir ve makinenin konumlandığı noktanın belgelenmesi gerekmez. Ancak binanın bütününü kapsayacak şekilde fotoğraf çiftlerine ihtiyaç duyulduğundan, çekimlerin birbirini takip eder bir şekilde farklı konumlardan ve kısmi çakışmalar oluşturacak şekilde kadrajlanması gerekmektedir (Şekil 19). Aynı yüzeyi görüntüleyen farklı fotoğraflar üzerindeki eşlenik noktaların işaretlenmesi ile yazılım bu noktaların koordinatlarını hesaplar (Şekil 20,21) [60, 1].



Şekil 19. Çoklu görüntü yöntemi için çekim planları [60].



Şekil 20. Çoklu görüntü yöntemi için çekilen fotoğraflar [60].



Şekil 21. Çoklu görüntü yöntemi ile üretilmiş wireframe model [60].

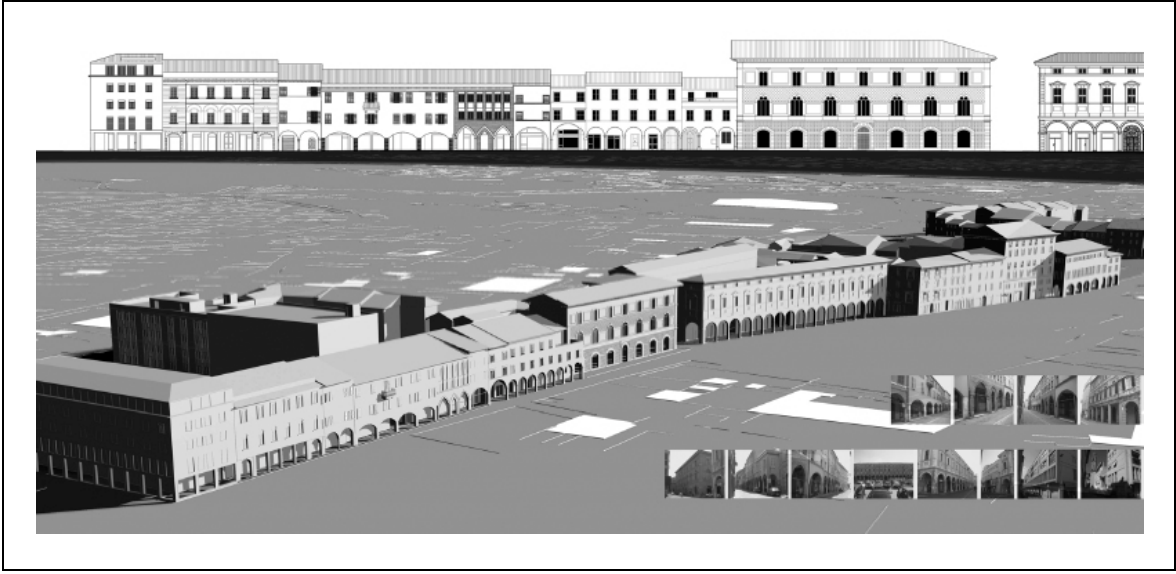
1.4.4. Dünyada Mimari Fotogrametri Uygulamaları

Mimarlık hiç kuşkusuz yakın resim fotogrametrisinin etkin bir biçimde uygulandığı disiplinlerin başında gelmektedir. Fotogrametriyle, mimari dokümantasyonda alan çalışması için geçirilen süre kısaltılarak sınırlı teknik donanımla hassas sonuçlar elde edilebildiği artık kabul edilmiş bir olgudur. Bilinen bu nitelikleri, fotogrametriyi günümüzde gerçekleştirilen neredeyse bütün mimari dokümantasyon (rölöve) çalışmalarında tercih edilen temel yöntem olarak karşımıza çıkarmaktadır [6, 60, 27].

Örneğin İtalya'da Cesena şehir merkezinde gerçekleştirilen dokümantasyon çalışması, kentsel ölçekte bir fotogrametri uygulaması niteliğindedir. Tarihi kent dokusu içerisindeki yaklaşık 2000 adet yapının sokak üzerindeki cepheleri fotogrametrik olarak belgelenerek, sokak silüetleri oluşturulmuştur. Proje aslında oluşturulmak istenen bir çeşit tarihi kent bilgi sisteminin ilk adımını oluşturmaktadır. Proje sonunda fotogrametrik olarak elektronik ortama aktarılan sokak dokusunun üç boyutlu modeli de oluşturularak, kent içindeki önemli noktalarda sanal gezintiler yapmak da hedeflenmiştir. Ayrıca oluşturulan veri bankasıyla, belgelenen her bir tarihi yapıya ilişkin koruma durumu, tipolojisi, tarihi gibi detaylı bilgilerine de ulaşılabilecektir. Bu anlamda fotogrametrik yöntemlerle elde edilen ortofoto görüntüleri, bu bilgilerin görsel olarak da desteklenmesini olanaklı kılmıştır [29].

Çalışmaya ilk olarak dijital SLR bir makine kullanılarak fotoğrafların çekimiyle başlanmıştır. Bu noktada karşılaşılan en büyük sıkıntı dar tarihi sokaklarda yapıların bütünüyle kadrage sokulamayışı olmuştur. Bu sorun, geniş açı objektifler kullanılarak aşılmaya çalışılmıştır. Ancak geniş açılı çekimlerde de fotoğraflar üzerindeki distorsiyon oldukça belirgin olmaktadır. Bu durum fotogrametrik düzeltmeyi (rektifikasyon) son

derece önemli hale getirmiştir. İkinci olarak rektifikasyonda kullanılmak üzere sokak üzerindeki cephelere her bir kare fotoğraf için dört ila altı kontrol noktası yerleştirilerek lazer okuyuculu bir jeodezik ölçüm aracıyla koordinatları alınmıştır. Son olarak çekilen fotoğraflar ve alınan koordinatlar bir yazılım aracılığıyla rektefiye edilmiş, parlaklık, kontrast gibi özellikleri de dengelenerek bir araya getirilmesi suretiyle bütün sokağın ortofoto bir mozaik görüntüsü oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra her türlü teknik verinin üretilmesi mümkün olmuştur (Şekil 22) [29].

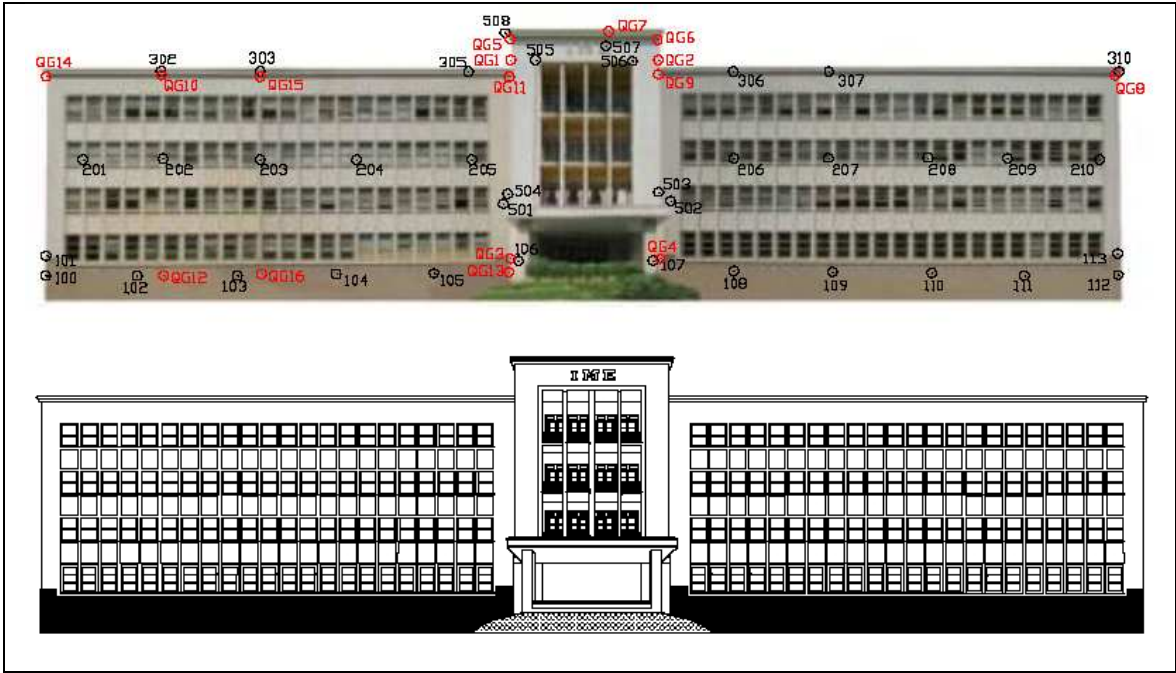


Şekil 22. Cesena şehrine ait fotogrametrik model ve ortografik cephe rölöveleri [29].

Brezilya’da yürütülen bir diğer uygulamasında ise 23m yüksek ve 107m cephe uzunluğuna sahip büyük ölçekli ancak düzgün geometriye sahip bir binanın fotogrametrik olarak ölçekli cephe ortofotosunun üretilmesi ele alınmıştır. Bu örnek uygulama, çekilen fotoğrafların rektifikasyonu esnasında kullanılmak üzere oluşturulan kontrol noktalarının, koordinatlarının alınması için yaratıcı çözümler denenmesi açısından önemlidir.

Uygulamada öncelikli olarak, binanın büyük oluşu ve ağaç vs. gibi nedenlerden ötürü yakından fotoğraf çekme gerekliliği sebebiyle, bina üç ayrı parça olarak ele alınmış ve üç ayrı ortofoto üretilerek daha sonra birleştirilmesine karar verilmiştir. Bu doğrultuda 30 adet kontrol noktası ve 12 adet bina üzerinde belirlenmiş nokta cepheye homojen olarak dağıtılmıştır. Bu kontrol noktalarının ölçülmesi sırasında iki ayrı yöntem uygulanmıştır. İlk yöntemde herhangi bir jeodezik ölçüm aletine gerek duyulmadan, cephe üzerinde belirlen bir orijin noktası esas alınarak, kontrol noktaları arasındaki mesafeler, cephe üzerinden

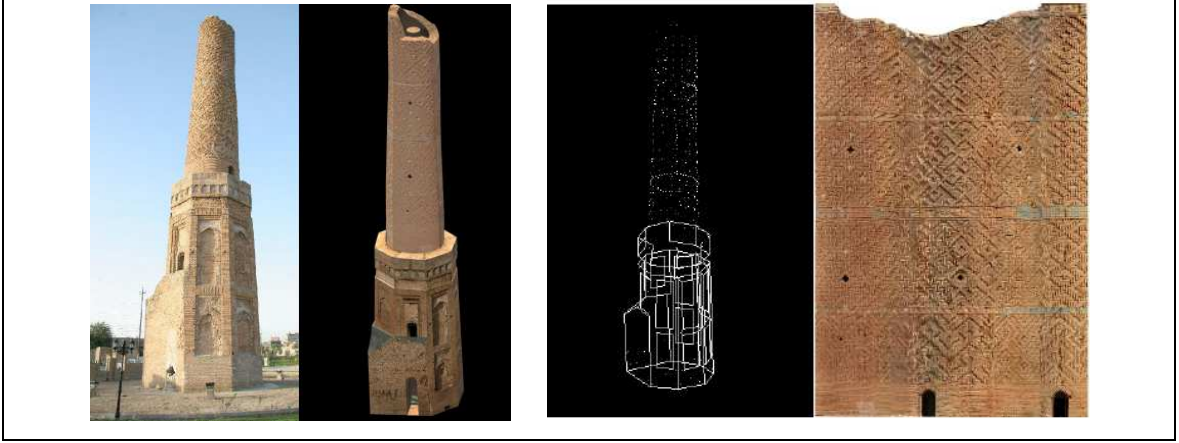
geleneksel yöntemlerle ölçülmüştür. Bu yöntem, ölçümü yapılan binanın net bir geometriye sahip olması sebebiyle mümkün olabilmiştir. Ancak yalnızca bu yöntemle yetinilmemiş, LEICA TCR 307 Total Station aleti ile de ikinci bir koordinat sistemi oluşturularak, ölçümler kontrol edilmiştir. Sonuç olarak, PhotoModeler 4.0 yazılımı ile ortofotolar üretilip birleştirilerek yekpare bir cephe elde edilmiştir. Daha sonra, üretilen ortofoto görüntü AutoCAD yazılımına alınarak bina cephesine ilişkin teknik çizimler oluşturulmuştur (Şekil 23) [30].



Şekil 23. 23x107 m’lik cepheye ait ortofoto ve onun üzerinden üretilmiş rölöve [30].

Diğer bir fotogrametri çalışması Irak’ın Erbil kentindeki dünyaca bilinen Choli Minaresi için uygulanmıştır. 12 m kaidesi ve 24 m gövdesiyle görkemli minare, savaş ve iklim koşulları nedeniyle son derece tahrip olmuştur. Uygulama, çökme tehlikesiyle karşı karşıya olan minarenin fotogrametrik yöntemler kullanılarak modellenmesini içermektedir. Çalışmaya minare çevresinde karar verilen dört istasyon noktasını kullanan bir jeodezik ölçüm ağı oluşturularak başlanmıştır. Ölçülmek üzere minare üzerine özel kontrol noktaları yerleştirilmemiştir. Bunun yerine, belirgin ve rahat görülebilen yaklaşık 250 nokta homojen bir şekilde seçilmiş ve bir total station yardımıyla koordinatları alınmıştır. Daha sonra 8 MP lik Canon 20D dijital makine kullanılarak 25 adet fotoğrafla çevresi boyunca minare fotoğraflanmıştır. Çekimde kullanılan makine, yine çekim sırasında kullanılacak

bütün odak uzaklıkları için (10mm, 17mm, 22mm ve 85mm) Photomodeler yazılımı kalibrasyon ünitesiyle ayrı ayrı kalibre edilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen bütün veriler Photomodeler yazılımında işlenerek, minareye ait doku özellikleri kaplanmış 3D model, kaidenin ve silindirik gövdenin açılmış ortofoto görüntüleri üretilmiştir (Şekil 24) [31].



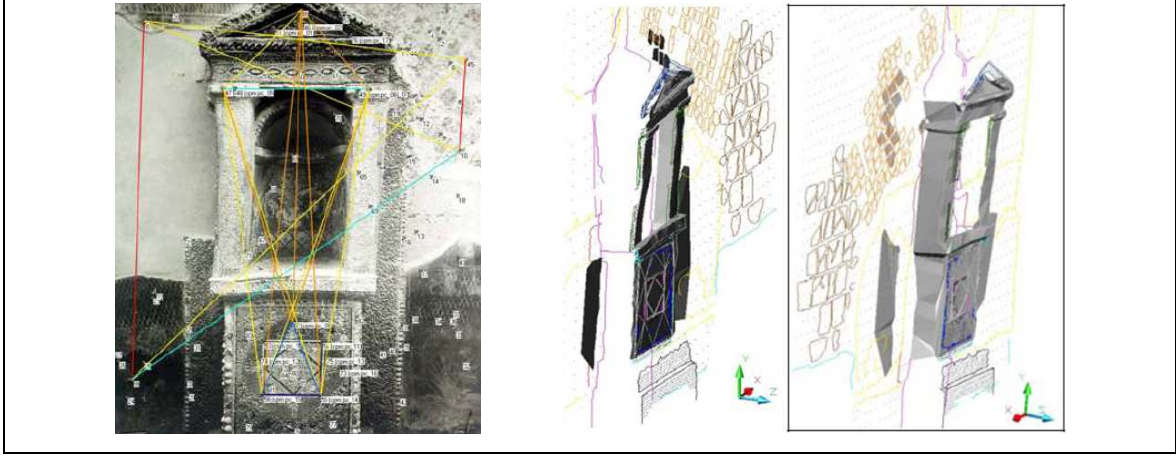
Şekil 24. Choli minaresine ait fotoğraf, fotogrametrik model ve açılmış ortofoto [31].

Bir diğer fotogrametri uygulaması da, Pompeii antik kentinden çıkarılan bir evin “lararium” adı verilen tapınak bölümü için yürütülmüştür. Bu çalışma iki açıdan önemlidir. Birincisi, diğer örneklerde olduğu gibi bütün bir yapı için değil de, detayların ölçümü için uygulanmış olmasıdır. Çalışmayı önemli kılan bir diğer özellik ise, objenin eski fotoğraflarından yararlanılarak, geçmişteki bir halinin modelinin üretilmesidir.

Lararium, gerek kazı esnasında, gerekse de günümüze kadar gelen süre içerisinde bir takım değişşiklik ve bozulmalara maruz kalmıştır. Bu nedenle larariumun günümüzdeki mevcut hali ile gün yüzüne çıkarılışından sonraki orijinal hali arasında oluşan bozulma miktarını tespit edebilmek amacıyla larariuma ait iki model üretilmiştir. Bunlardan birisi bugün ki mevcut halinin modelidir. Diğeri ise kazının hemen ertesine denk gelen 1920’li yıllarda çekilmiş üç eski fotoğraftan üretilen, larariumun bozulmamış halinin modelidir [32].

Çalışmada öncelikle, bilinen fotogrametrik yöntemlere larariumun mevcut halinin modeli üretilmiştir. Daha sonra bu model üzerinden, değişme ihtimali olmadığı düşünülen bir dizi kontrol noktaları ve referans mesafeleri kullanılarak, eski fotoğrafların çekimi esnasındaki, odak uzaklığı, lens bozulmaları gibi birtakım parametrelere ulaşılması sağlanmıştır. Bu sayede eski fotoğraflar da kalibre edilmiş görüntüler olarak model üretiminde kullanılabilir hale gelmiştir. Üretilen bu modelin, bilimsel ölçüm için

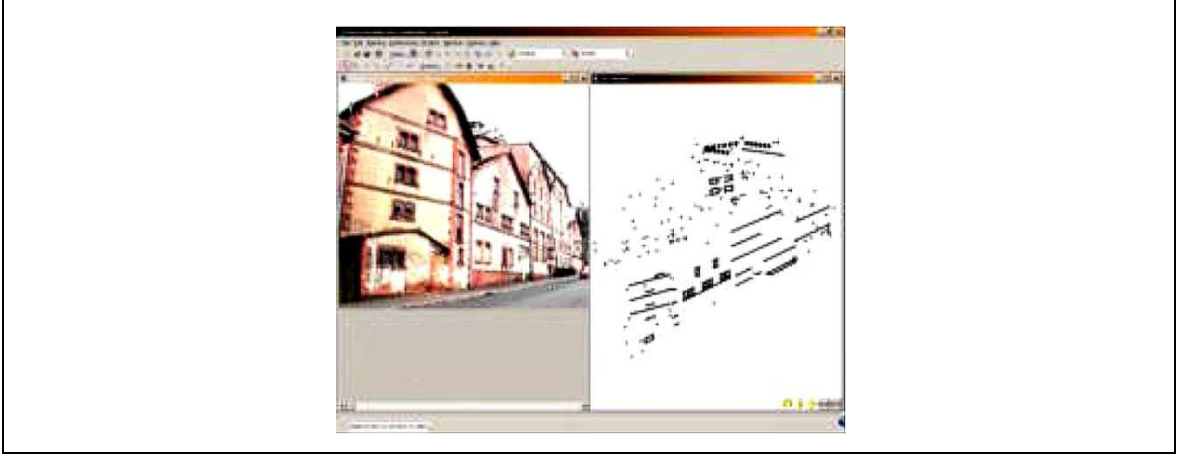
kullanılabilirliğini test etmek amacıyla, mevcut hali modeli ve eskiye ilişkin model, çok miktarda koordinat ve ölçüyle kıyaslanarak, iki model arasındaki uyum da kontrol edilmiştir. Sonuç olarak Lararyumun zaman içerisinde geçirdiği değişim ve bozulmaların fotogrametrik yöntemle üretilen iki model kullanılarak tespit edilmesi mümkün olmuştur (Şekil 25) [32].



Şekil 25. Lararyumun fotogrametrik yöntemle üretilmiş eski ve yeni modeli [32]

Fransa’da yürütülen diğer bir çalışma, mimari fotogrametri uygulamalarının çok farklı amaçlar için kullanılabilirliğini bize göstermektedir. Bu örnek uygulamada fotogrametrik çalışma, 20.yy’ın başlarında inşa edilmiş ve 1986’dan beri kullanılmayan bir endüstri bölgesinin yeniden işlevlendirilmesi ve rehabilitasyonu için, tasarım sürecine doğrudan katılarak, tasarıma yön veren bir unsur (tasarım aracı) olarak kullanılmıştır.

Mimarlar, bölgede gerçekleştirecekleri projeler için, bağlamı, tasarıma yön veren önemli bir unsur olarak görmüşlerdir. Bu noktada, proje süresince sürekli başvurulmuş üç boyutlu modeller, çevredeki mevcut binalarla birlikte değerlendirmek istenilmiştir. Bu da endüstri bölgesindeki mevcut binaların hızlı ve mümkün olduğu en kolay şekliyle, üç boyutlu modellerinin üretilmesini gündeme getirmiştir. Bu amaçla mimari fotogrametri yöntemleri kullanılmış ve tasarım sürecinde kullanılma üzere mimarların arzu ettiği bağlam modellenmiştir (şekil 26) [33].



Şekil 26. Tasarım sürecine yön vermesi adına mevcut binaların modellenmesi [33].

Bu başlık altında ele alınacak son örnek, belgeleme ve tespit amacıyla neredeyse bütün dijital teknikleri kullanması açısından önemlidir. Brezilya'nın Lencois kenti tarihi dokusunda yürütülen bu dokümantasyon çalışması, dijital fotogrametri, dijital kartografi, özel veri bankası oluşturma, coğrafi bilgi sistemi, üç boyutlu model üretimi, CAD teknolojisi ve lazer tarama gibi birçok teknik birlikte kullanılarak sonuçlandırılmıştır.

Bu yaklaşım aslında, bu amaçla kullanılan birçok çağdaş dijital tekniğin, birbirinin yerine değil de, birbirini tamamlayan, teknikler olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Her durum için geçerli bir teknik yerine, çeşitli durumlar için uygun ve elverişli, çeşitli farklı teknikler söz konusu olabilmektedir [34].

Bu örnek uygulamada da hedeflen, sözü edilen teknikler yardımıyla, alana ilişkin her türlü görsel ve teorik verinin, oluşturulacak bir bilgi bankasında toplanarak, internet ortamında bütün kullanıcılara sunulmasıdır. Bu amaçla uygulama alanı fotoğraflanmış, jeodezik olarak ölçülmüş ve gerekli koordinatlar tespit edilmiş, veri bankası için yapılara ilişkin envanter bilgileri kaydedilmiş ve çeşitli özellikli yapılar lazer tarama yoluyla belgelenmiştir (Şekil 27). Alan çalışmasıyla elde edilen bütün bu veriler kullanılarak, Easysite 2.0 yazılımıyla topografya ve yollar modellenmiş, Photomodeler 4.0 ile yapı cephelerinin ortofotoları oluşturulmuş, AutoCAD 2000 yazılımı ve ortofotolar yardımıyla yapıların üç boyutlu modelleri üretilmiştir (Şekil 28) [34].



Şekil 27. Lencois Kentinde bir yapının fotogrametrik rölöve süreci [34].



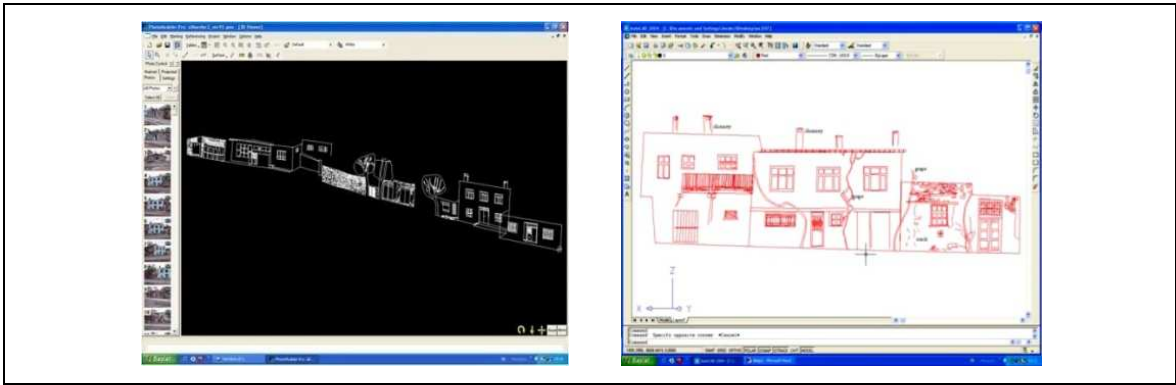
Şekil 28. Fotogrametrik model ve lazer taramayla oluşturulmuş iç mekan [34].

1.4.5. Ülkemizde Mimari Fotogrametri Uygulamaları

Dünyadaki fotogrametrik uygulamalara paralel olarak ülkemizde de, özellikle son yıllarda, korumacılık alanındaki çalışmaların bir çoğu, fotogrametrik tekniklerden yararlanılarak yürütülmektedir.

Konya'nın Sille Köyü'nde yapılan kentsel koruma projesi de yine fotogrametrik ölçüm teknikleri esas alınarak gerçekleştirilen projelerden birisidir. Projede tarihi dokunun korunması amacıyla, koruma kurulunca kabul edilen gelişim planı doğrultusunda rölöve ve sokak silüetlerinin çıkarılması hedeflenmiştir. Projede ilk olarak ölçümü yapılacak bölgenin topografik haritası oluşturulmuş ve daha sonra pilot çalışma olarak nitelikli bir sokak seçilerek silüette yer alacak her bir yapıya yaklaşık 15 kontrol noktası düşecek şekilde jeodezik olarak ölçülmüştür. Yapılar üzerinde ölçümü yapılan noktalar için özel kontrol noktaları oluşturulmamış, bunun yerine pencere ve belirli taşların köşeleri gibi çeşitli doğal noktalar kullanılmıştır. Son olarak sokak fotoğraflanmış ve elde edilen bütün veriler Photomodeler yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Projede Jeodezik ölçümler için Topcon 3005 reflektörsüz ölçüm yapabilen total station ve fotoğrafların çekimi için, Photomodeler kalibrasyon ünitesiyle laboratuarda kalibre edilmiş Kodak DCS 4530 dijital

kamera kullanılmıştır. Photomodeler yazılımında üretilen bütün çizimler daha sonra diğer uzman ve kent plancılarının kullanabilmesi için .dxf formatında AutoCAD ortamına aktarılmıştır. Çalışma, bütün teknik çizimlerin Photomodeler yazılımı ile üretilmiş olması açısından önemlidir. Şimdiye kadar irdelen bütün örneklerde, Photomodeler doğrudan üç boyutlu modelin üretilmesi yada, iki boyutlu çizimlere altlık oluşturmak amacı ile çekilen fotoğrafların rektifikasyonu için tercih edilmiştir. Bu örnekte ise fotoğraflar üç boyutlu model oluşturma mantığında değerlendirilerek yalnızca cephe çizimleri üretilmiştir (Şekil 29) [26].

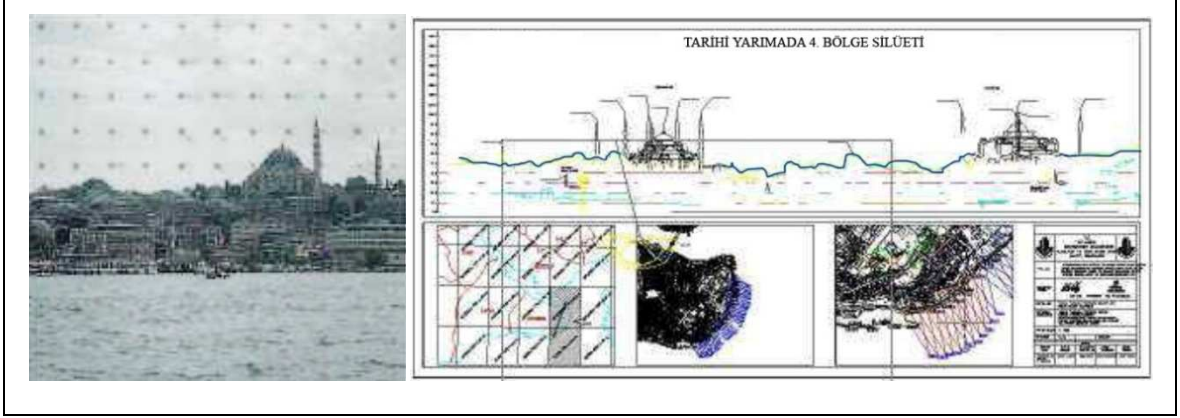


Şekil 29. Seçilen pilot sokağın Photomodeler ve AutoCAD yazılımlarında rölöveleri [26].

Bir diğer kentsel ölçekli fotogrametrik uygulama örneği de İstanbul'da uygulanmıştır. Boğazın iki yakası için gerçekleştirilen bu uygulamada, tekne üzerinden kıyılar her üç sene bir fotoğraflanarak zaman içerisinde İstanbul silüetine etki eden kentsel gelişmelerin gözlemlenmesi ve kontrol edilmesi hedeflenmiştir. Bu sayede, tarihi yarım ada olarak adlandırılan eski kentin korunmasında önemli bir adım atılmış olacaktır.

Çalışma kapsamında öncelikli olarak, hazırlanan detaylı iş planı doğrultusunda Marmara ve haliç kıyılarında 255 adet kontrol noktası belirlenip total station ile koordinatları ölçülmüştür. Ölçülen koordinatlar daha sonra CPS destekli dönüşümle yeryüzü koordinatlarına çevrilmiştir. Ardından bir tekne üzerine sabitlenen Rolleiflex 6008 marka metrik kamera ile kıyılar fotoğraflanmıştır. En iyi sonucu alabilmek için beş bölüme halinde değerlendirilen tarihi yarımada çevresini saran Marmara ve Haliç kıyıları için toplam 331 kare fotoğraf çekilmiştir. Çekilen fotoğraflar Phodis ST yazılımı kullanılarak çözümlenmiş ve istenilen silüetler üretilmiştir. Çözümleme işlemi, silüeti çıkarılacak yüzeyin düzlem bir satıh olmayışından dolayı fotoğraflar rektefiye edilip tekil olarak

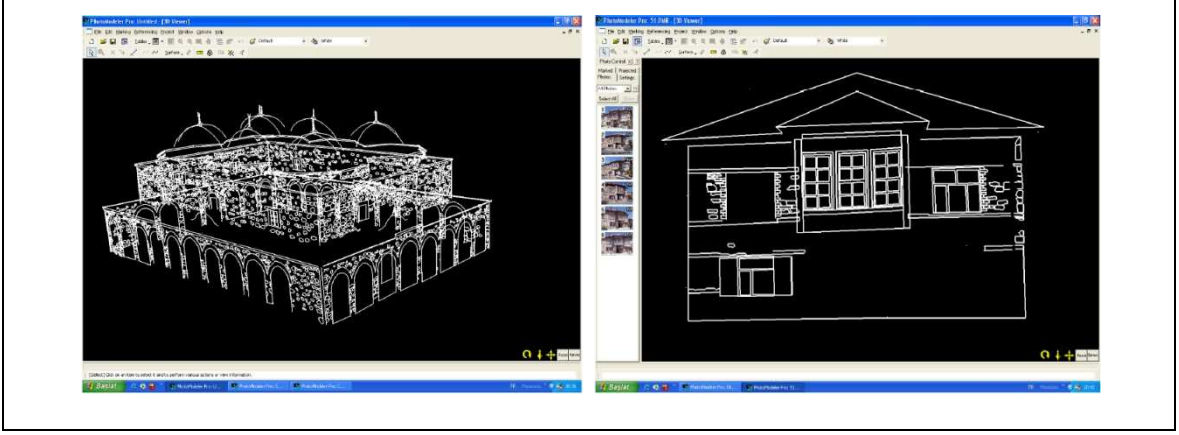
kullanılmamıştır. Bunun yerine fotoğraf çiftleri halinde stereo olarak değerlendirilmiştir. (Şekil 30) [25].



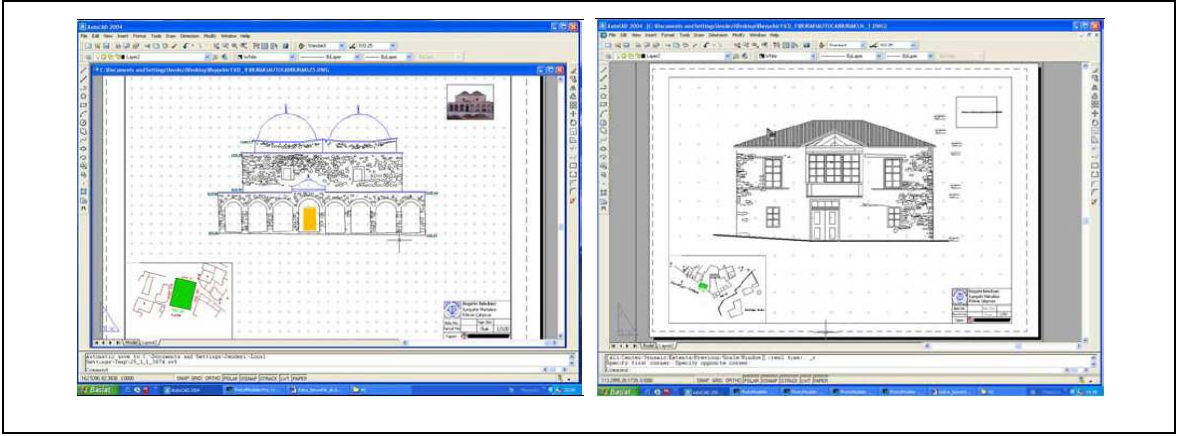
Şekil 30. Boğazdan çekilen fotoğrafların çekim açıları ve hazırlanan silüet [25].

Beyşehir’de yürütülen bir başka restorasyon amaçlı belgeleme ve tespit çalışmasında da 29 tescilli yapı fotogrametrik olarak belgelenmiş ve sayısal modelleri üretilmiştir. Projede öncelikli olarak, reflektörsüz ölçüm yapabilen Topcon 3005 total station ile kaydedilecek her bir yapı üzerinde yaklaşık 15 adet olacak şekilde kontrol noktaları tespit edilmiş ve koordinatları ölçülmüştür. Daha sonra yapılar fotoğraflanmıştır. Çekimler Kodak EasyShare DX4530 ve Nikon Coolpix 950 dijital kameralarla yapılmış ve kalibrasyonları Photomodeler yazılımının kalibrasyon ünitesiyle laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Çekim esnasında tek bir karede, fotoğraflanan yapının bütünü kadrajlanmaya çalışılmış olsa da dar sokaklar nedeniyle bu her zaman mümkün olmamıştır. Bu sorunu çözmek için kimi zaman karşı yapının çatısından fotoğraf çekilmiş, kimi zamanda fotoğraf çekim istasyonları 10’a kadar çıkarılmıştır [28].

Bu örnekte de bütün rölöveler tamamıyla Photomodeler yazımı kullanılarak, üç boyutlu olarak oluşturulmuştur. Ancak uzmanlar, üretilen bu rölöveleri restorasyon amaçlı kullanabilmek için, iki boyutlu teknik çizimler olarak kullanmak istemişlerdir. Bu amaçla çizimler .dxf formatında AutoCAD yazılımına aktarılarak, modelde ifade edilemeyen birtakım eksikliklerin de eklenmesiyle iki boyutlu çizimler haline dönüştürülmüştür (Şekil 31, 32).



Şekil 31. Photomodeler yazılımında üretilmiş wireframe modeller [28].

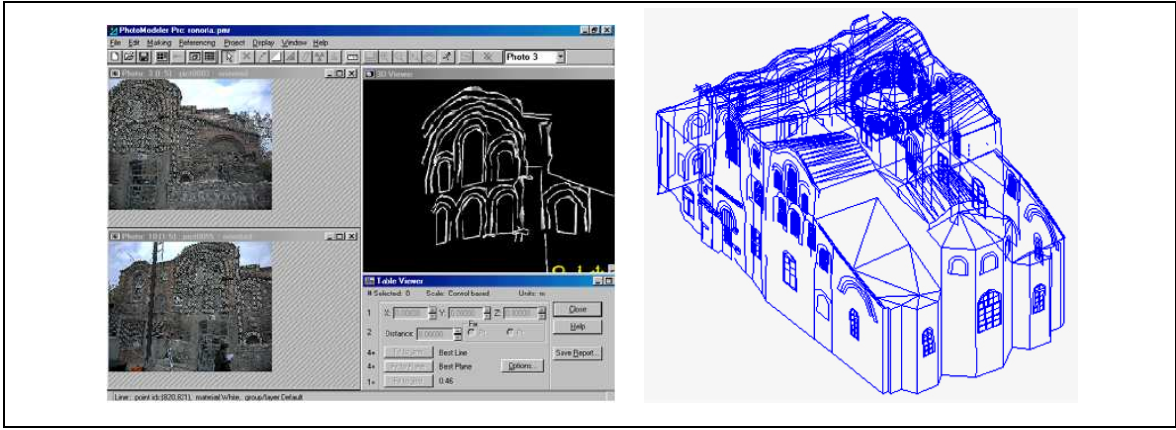


Şekil 32. Modellerin .dxf olarak AutoCAD yazılımına alınması [28].

Bir diğer fotogrametrik tespit çalışması İstanbul'da Christ Pantepotes Manastırı (Eski İmaret-i Atik Cami) için uygulanmıştır. Bu çalışma, ölçümü yapılan yapının modelinin üretilmesinde birçok güncel görselleştirme yazılımının birlikte kullanılarak optimum çözümü araması açısından önemlidir.

Çalışmada öncelikli olarak bilindik fotogrametrik yöntemler uygulanarak alan çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada yapı yaklaşık 35 kontrol noktasıyla ölçülmüş ve fotoğraflanmıştır. Daha sonra, alan çalışmasında elde edilen veriler Photomodeler yazılımı kullanılarak yapının ölçülen kısımlarına ait modelin bölüm bölüm tel kafes (wire frame) olarak üretilmesinde kullanılmıştır. Bu şekilde yapı Photomodeler yazılımında parçalar halinde modellenmiştir. Daha sonra üretilen bu parça modeller AutoCAD yazılımına alınarak birleştirilmiş ve yapının bütününe ilişkin model tel kafes olarak oluşturulmuştur. Bir sonraki aşamada ise yapıya ilişkin çekilen fotoğraflar Adobe Photoshop yazılımında

gerekli şekilde düzenlendikten sonra 3D StudioMAX yazılımına alınarak tel kafes model üzerine kaplanmıştır. Çalışmanın son aşaması, render aşamasıdır. Render işlemiyle oluşturulan sayısal modele ilişkin, birçok adet görüntü ve animasyon yüzey dokuları da kaplanmış olarak üretilmiştir. Burada modelin Photomodeler yazılımında tek seferde üretilmemiş oluşu (ya da bunun tercih edilmemiş oluşu) diğer modelleme ve görselleştirme yazılımlarıyla ortak bir çalışma yapılmasını gerekli kılmıştır (Şekil 33) [41].

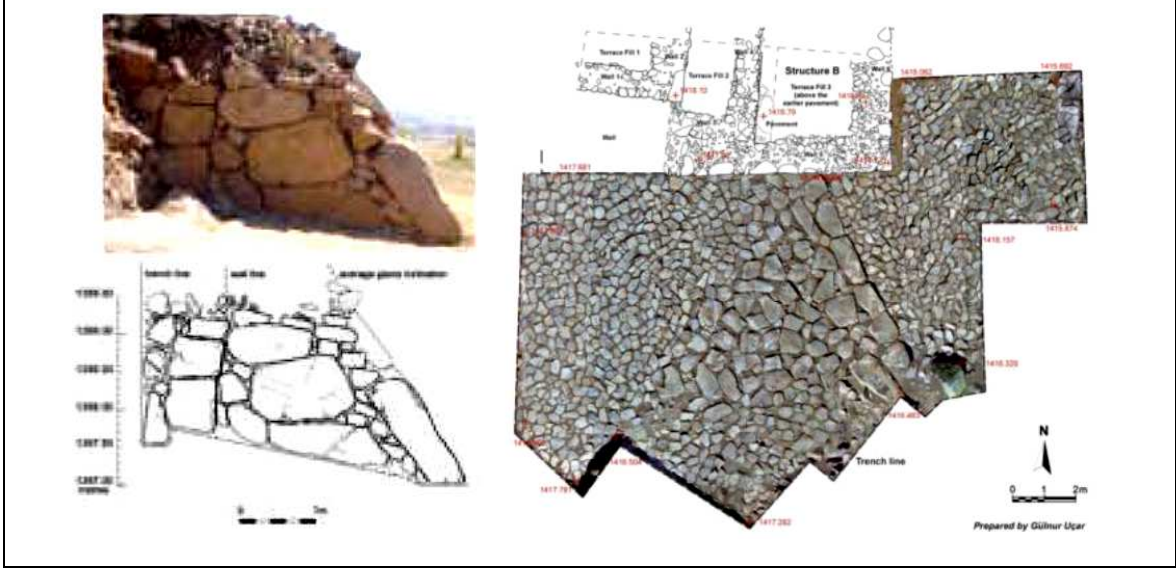


Şekil 33. Photomodeler yazılımında üretilen parça modeller ve birleştirilmiş hali [41].

Ülkemizde gerçekleştirilen bir diğer fotogrametri uygulaması da Yozgat'ta Kerkenez Dağı eteklerindeki kazılarda gün yüzüne çıkarılan maden devrinden kalma bir şehir kalıntıları için uygulanmıştır. Bu çalışma, fotogrametrik tekniklerinin, detayların ölçümü konusundaki elverişliliğini ortaya koymasından önemlidir.

Uygulamada, Maden devri şehrine ilişkin taş duvarlar ve yol kaplamalarındaki taş dokusunun fotogrametrik olarak rölöveleri çıkarılmıştır. Ölçümü yapılacak konunun düzgün bir geometriye sahip olmayışı ve aynı zamanda da her bir taşın, yerleri doğru tespit edilerek belgelenme zorunluluğu klasik tespit yöntemlerini bu çalışma için yetersiz kılmıştır. Bu noktada fotogrametrik yöntemler tercih edilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak ölçümü yapılacak duvar üzerinde yeterli sayıda kontrol noktası belirlenmiş, total station ile koordinatları ölçülmüş ve fotoğraflanmıştır. Daha sonra fotoğraflar AERIAL 5.3 yazılımı ile rektefiye edilerek AutoCAD yazılımında gerekli çizimler üretilmiştir. Bu esnada fotoğraflar üzerindeki kontrol noktaları da çizime aktarılmıştır. Bu sayede, ilişkili fotoğraflar yan yana getirilerek foto mozaikler oluşturulabilmiştir (Şekil 34). Bu sürecin aynısı, zemin dokusundaki taş kaplamanın tespiti için de aynen uygulanmıştır. Sonuç

olarak belgelenmek istenen doku, geleneksel yöntemle ölçüme göre çok daha yüksek hassasiyette ve çok daha kısa sürede tamamlanabilmiştir [42].



Şekil 34. Rektefiye görüntülerden çizilmiş rölöve ve fotomozaikler [42].

İzmir Alaçatı’da geleneksel bir konut cephesi için uygulanan bir diğer fotogrametri çalışması da sonuç ürünleri itibari ile ölçümü yapılan cepheye ilişkin analitik bir değerlendirmeye olanak tanıyacak, tematik haritalar üretmeyi hedeflemiştir.

Çalışmada öncelikli olarak, cephe üzerindeki her mimari eleman ayrı ayrı fotoğraflanmış ve belirlenen kontrol noktaları ile birbirinden bağımsız olarak rektefiye edilmiştir. Daha sonra bu parça görüntüler Adobe Photoshop yazılımı ile birleştirilerek cephenin bütününe ait rektefiye edilmiş ortofoto görüntü elde edilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki aşaması ortofoto görüntü AutoCAD yazılımına alınarak, üzerinden gerekli iki boyutlu çizimlerin üretilmesini ve istenilen tematik haritaların üretilmesini içermektedir. Uygulamanın başında cephe ortofotosunun tek bir fotoğrafla değil de kısım kısım çekilen ve daha sonra birleştirilen fotoğraflarla üretilmesi, cepheye ilişkin bütün detayların net bir şekilde izlenebildiği yüksek çözünürlüklü bir görüntü elde edilmesine olanak tanımıştır. Bu sayede tematik haritası üretilecek her bir doku, cephe üzerinde rahatlıkla tespit edilebilmiştir. Uygulama sonunda, cephe ortofotosu ve CAD çizimlerinin çakışık bir şekilde üst üste birlikte yer aldığı, birçok konuda (mimari bileşenler, strüktürel nitelikler, değişimler, strüktürel bozulmalar ve malzeme kayıpları vs.), anlatımı son derece kuvvetli tematik haritalar üretilmiştir (Şekil 35) [27].

2. YAPILAN ÇALIŞMA

2.1. Araştırmanın Kapsamı ve Uygulanan Yöntemler

Yapılan çalışma fotogrametrik yöntemler kullanılarak mevcut bir yapının üç boyutlu modellenmesini, cephe ortofotolarının üretilmesini ve bu dokümanlar yardımıyla dijital ortamda ortografik çizimlerin üretilmesini kapsamaktadır. Uygulama alanı olarak Rize İli Fındıklı İlçesi'nin Çağlayan Köyü'nde, yöresel mimari geleneklerle inşa edilmiş tarihi Şevket Bey Konağı seçilmiştir (Şekil 36, 38). Fındıklı İlçesi kendine ve yere özgü kırsal mimari mirası ile ön plana çıkmaktadır. İlçe, buraya özgü ahşap göz dolgu mimarisini bozulmadan günümüze kadar, özgün olarak koruyabilmiş nadir yerleşmelerden birisidir. Dolayısıyla bu çalışma, farklı cephe uygulamalarının ve yerel mimari özelliklerin tespiti bağlamında da önem taşımaktadır.

Çalışmada, uygulama alanından seçilen örnek konağın mimari fotogrametri teknikleriyle ölçümleri yapılmış ve gerekli görsel dokümanlar hazırlanmıştır. Uygulamadaki ilk adım OLYMPUS SP-560UZ 8.0 MP dijital kamera ile, seçilen konağın önceden belirlenen çekim planı ışığında fotoğraflanmasıdır. Daha sonra, değerlendirme aşamasında kullanılmak üzere TOPCON GPT 7002i Jeodezik ölçüm aletiyle örnek konut üzerinde gerekli kontrol noktaları ölçülerek koordinatlar kaydedilmiştir. Bu adım ile alan çalışması tamamlanmıştır. Çalışmanın son aşaması, elde edilen görsel ve analitik verilerin ofis ortamında değerlendirilmesi ve istenilen görsellerin oluşturulması olmuştur. Değerlendirme sürecinde çekilen fotoğraflar Photomodeler 5.02 yazılımı kullanılarak çözümlenmiş, 2D çizim ve 3D model oluşturmak üzere hazır hale getirilmiştir. Çalışma sonunda yapının mevcut durumuna ait 2D ortofotolar, 2D ortografik çizimler ve 3D modeli olmak üzere yapıya ait her türlü teknik veri ve görseli oluşturmak mümkün olmuştur.

2.2. Çalışma Alanına Ait Genel Bilgiler

2.2.1. Fındıklı Tarihi

Tarihçiler M.S 1. Yüzyıldan başlayarak bölgede Laz'ların varlığını belirtmektedir. Daha önceki yurtlarında yerleşik hayata geçmiş olan bu topluluklar, Doğu Karadeniz'e geldiklerinde de belli bir yapı kültürünü beraberinde getirmişlerdir. Bu şekilde bölge, coğrafi koşulları, ekonomik etkenler ve kendine özgü yapısıyla birlikte, diğer merkezlerden ayrılan özgün bir yapıyı oluşturmuştur [57]. Tarihte Roma İmparatorluğu ve Trabzon Krallığı egemenliklerinde bulunan Fındıklı, 1509'da Osmanlı egemenliğine girdi. Eski adı Viçe olan ilçe, Artvin'e bağlıyken, 1953'te Rize'ye bağlandı. Adını ise zamanında sakinlerinin fındık yetiştirmesinden dolayı alan fakat artık yerini çay yetiştiricilerine bırakmış bir ilçedir. Kıyı şeridi çok geniş olmayan, ancak denizden Kaçkarlar'a gittikçe genişleyen, Abu ve Pishala derelerinin arasında kalan geniş vadileri ile yarı tropikal bir bölgedir. Fındıklı ilçesi Fatih Sultan Mehmet'in 1461 yılında Trabzon'un fethinden sonra Osmanlı egemenliği altına girmiştir. 1886 yılına kadar "Karye" (Köy ile Nahiye arasında idari birim) olan Fındıklının eski adı Viçe'dir. Kaynaklara göre Viçe 1887 yılında Hopa ilçesine bağlı bir nahiye oldu. 15 Şubat 1916 tarihinde Rus işgaline uğrayan Viçe 11 Mart 1918 tarihinde işgalden kurtulmuştur. Viçe 11 Haziran 1947 tarihinde Fındıklı adıyla Çoruh (Artvin) iline bağlı bir ilçe olmuş ve 1948 yılında belediye teşkilatı kurulmuştur. Fındıklı 27 Kasım 1953 yılında Artvin ilinden ayrılıp Rize iline bağlanmıştır [63].

2.2.2. Topoğrafya

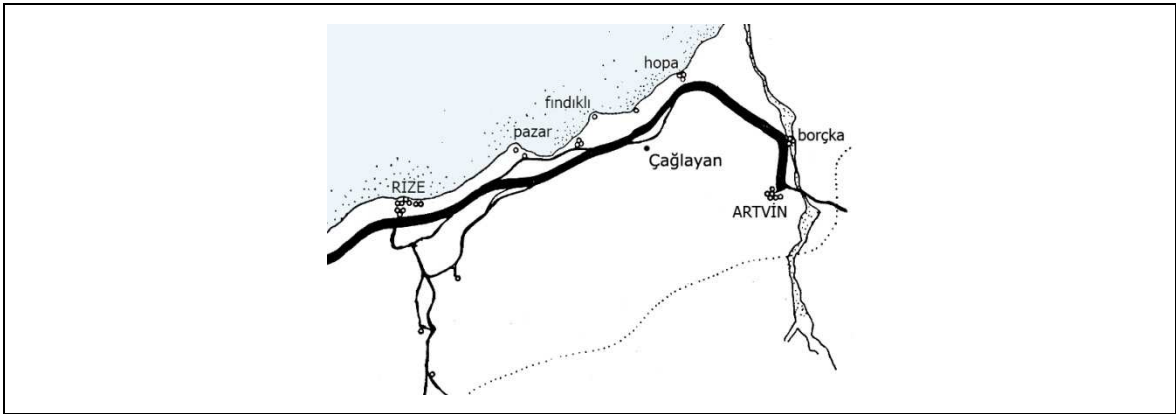
Doğu Karadeniz Bölgesi, topografik özellikler açısından düzenli yerleşmelere müsaade etmeyen bir bölgedir. Dağların yükseklikleri Giresun taraflarında daha az olmakla birlikte, Rize yöresinde 3.900 m. lere ulaşmaktadır. Bu yüksek dağlar ile deniz arasında çok eğimli sırt ve vadilerden oluşan engebeler silsilesi yer almaktadır. Genel olarak bölge, güneyinde denize paralel uzanan sıradağlarla perdelendiğinden, doğu-batı doğrultusunda uzanan bir şerit görünümündedir [57].

2.2.3. İklim

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki iklim Karadeniz Bölgesi alt iklim tiplerinden biridir. ılıman, nemli bir özellik taşır. Bölgedeki yağış dağılımı ve miktarı, kıyı şeridi ile iç kesimler arasında farklılık göstermektedir. Öyle ki, dağların kuzey ve güney yamaçlarındaki bitki örtüsü bile birkaç yüz metre içinde farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık doğal olarak kuzey yamaçlarından sahile kadar olan ev tiplerinin görsel bütünlüğüne de yansımaktadır [57].

2.2.4. Yerleşme

Doğu Karadeniz kırsalında yerleşme Anadolu'ya kıyasla yerleşim özellikleri açısından farklı bir yapıya sahiptir. Dağınık yerleşim tipinin ekstrem örneklerini oluşturan bölge, sahilinden başlayarak 1500-1600 m. lere kadar görülmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'ne özgü bu dağınık yerleşme modelinde evler genellikle yamaçlarda çoğu zaman aile ölçeğinde birkaç evlik gruplar halinde ve bazen birbirinden bir iki kilometre mesafede konumlanmışlardır. Bu yerleşme topografik uygunlukla birlikte etkileyici bir peyzaj oluşturmaktadır. Daha geniş ölçekte bakıldığında bölgenin yerleşmesi sahilde ve sahilinden içerilere uzanan vadiler boyunca olmaktadır. Bu vadilerin taban ve yamaçları en çok kullanılan yerleşim alanlarıdır. Tümü eğimli arazi üzerinde konumlanmak zorunda olan Doğu Karadeniz yerleşmelerinin, yönelme açısından topografyaya uymaktan başka seçenekleri yoktur. Ancak yinede, aşırı eğimli yamaçlardan, uzun süre gölgede kalan alanlardan ve rüzgarlı yerlere yerleşmekten kaçınılmaktadır [57, 35].



Şekil 36. Rize, Fındıklı [56].

2.3. Çalışma Alanının Genel Mimari Özellikleri

Rize, iklim, örf, adetler, yapı tekniği ve malzemeleri ile özgün bir mimari dokuyu ve konut tipolojisine sahiptir. Kırsal mimarinin alışlagelmiş gösterişsiz ve insan ölçeğine yakın boyutları, burada kent konutu ölçeğinde gösterişli bir hal almıştır. İlk bakışta yerleşmeler ve evler birbirine benzer, aynılık egemenmiş gibi görünür. Ne var ki analitik bir yaklaşımla hem yerleşmede, hem de mimari modeldeki farklar sezilir [56, 35].

2.3.1. Yapı Türleri

Bölgenin mimari dokusunun oluşturan en temel yapı türü evlerdir. Topografik düzenin zorlayıcı etkisi sonucunda ev daima iki katlı olarak inşa edilmiştir. İlk seviye, topografyaya karşı yaşama düzlemini hazırlayan ve depo, ahır gibi işlevlere ayrılan alt yapıdır. İkinci seviye ise günlük hayatın geçtiği yaşama katıdır. Bu yapı organizasyonu, oturduğu yamacın eğimine de bağlı olarak bazen üç veya dört katlı olabilmektedir. Her ev kendi özel bahçesi içinde yerleşmiş ve rahat bir şekilde biçimlenmiştir. Doğu Karadeniz evleri, kütle hareketleri olmayan, yalın formlu evlerdir. Bu formlar malzeme kullanımı, işçilik ve iklimsel etkenler karşısında ekonomiklik sağlayan, yapı ve bağlantı sorunları basite indirgenmiş rasyonel formlardır [56, 35, 57] .

Doğu Karadeniz kırsal yerleşmesinde evlerin yanında çeşitli işlevleri karşılayan yardımcı birtakım yapılar da bulunmaktadır. Serender, bu tür yapıların başında gelir. Karadeniz bölgesine özgü bu tipolojik öge, gıdaların bozulmadan saklanması amacıyla evlerin hemen yanına yapılan, içinde oturulmayan ve yaşanmayan, dolayısıyla tek işlevli bir yapıdır. Serender, eğimi karşılayan ve üst kat için yatay zemin sağlayan, taştan bir alt yapı üzerinde genellikle iki katlı ahşap bir strüktür olarak yapılmaktadır.. Havalandırma için alt katlar boş tutulup yalnızca ayaklar üzerinde yükselmektedir [49, 35].

Bölgenin diğer yapı türleri arasında camiler, kiliseler ve köprüler yer almaktadır. Ev ve serenderlerde olduğu gibi bu yapı türleri de özgün ahşap ve taş işçilikleri sergileyen özenli yapılardır.

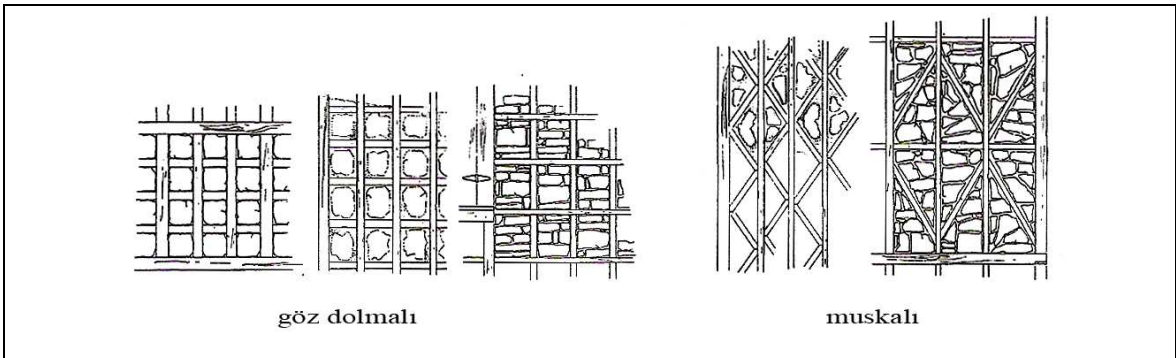
2.3.2. Yapı Malzemesi

Bölgeye has yapı malzemesi ahşap ve taştır. Ahşap malzeme kullanımı eskiden tamamen geçme, sonraları kısmen çivi, kısmen geçme olarak günümüze kadar gelmiştir. Ahşabı tanımak, detaylarını bilmek, çözmek ve özelliğine uygun konstrüksiyon tarzı bulma gayretleri bölgedeki yapı bilgisini artırmıştır. Yağmura, rutubete karşı dayanıklı, zor alev alan yapısı ve kurt işlemeyecek kadar sert oluşu nedeniyle kestane, yapı konstrüksiyonu için bölgede en fazla tercih edilen ağaç olmuştur [55].

Bölgede ahşap malzemeyle birlikte yaygın olarak kullanılan diğer bir doğal malzeme de taştır. Taş malzeme de neme karşı gösterdiği üstün yalıtım özelliği ve ahşapla olan uyumu nedeniyle bölge için uygun bir yapı malzemesidir [61].

2.3.3. Yapım Tekniği

Bölgede ahşap yapı tarzı tekniği “çatma” olarak adlandırılmaktadır. Çatma sistemde yaklaşık olarak 5x10 kesitindeki dikmeler 15-25 cm aralıklarla, yapıyı komple çevreleyen taban kirişi üzerine oturtulmaktadır. Köşelerde ve bölmelere isabet eden yerlerde, geçme detayını çözebilmek için dikmelerde kare kesitler tercih edilmektedir. Bu dikmeler daha sonra yatay veya çapraz parçalarla birbirine bağlanmaktadır. Yatay bağlantı yapıldığında ortaya kare şeklinde; çapraz olduğunda ise üçgenlerden oluşan göz göz bir desen çıkmaktadır. Buna sistemlere kare olması halinde “göz dolması”; üçgen olması halinde de “muskalı” denilmektedir. Muskalı sistem kendi başına yeter derecede yanal kuvvetlere karşı dayanıklıdır. Göz dolmasında ise köşeler yan çalmalar (payandalar) ile takviye edilmektedir (Şekil 37) [55].



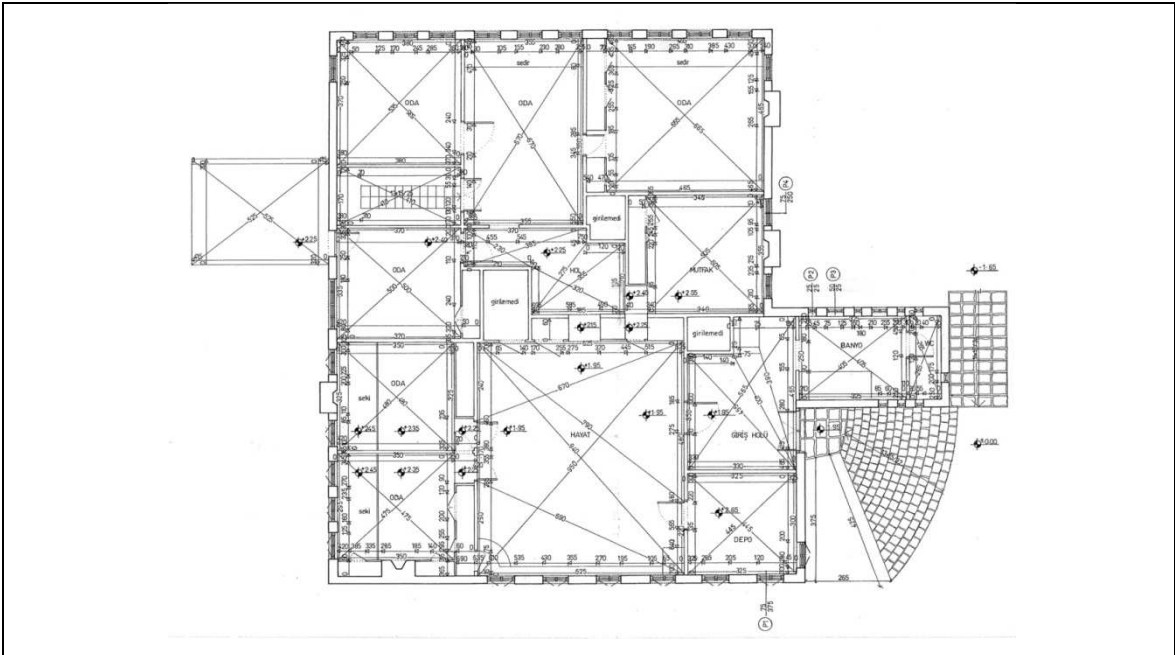
Şekil 37. Göz dolma ve muskالی duvar örgüsü [55].

Konak, özenli bir taş işçiliğiyle yapılmış ahır katı ve çatma sistem, göz dolmalı olarak yapılmış yaşama katı olmak üzere iki seviyeden oluşmaktadır. Şevket Bey Konağı, mekan kurgusu, malzeme ve yapım tekniği gibi birçok bakımdan yörenin karakteristik mimari özelliklerini bütünüyle taşımaktadır (Şekil 39).



Şekil 39. Şevket Bey Konağı, Fındıklı, Çağlayan.

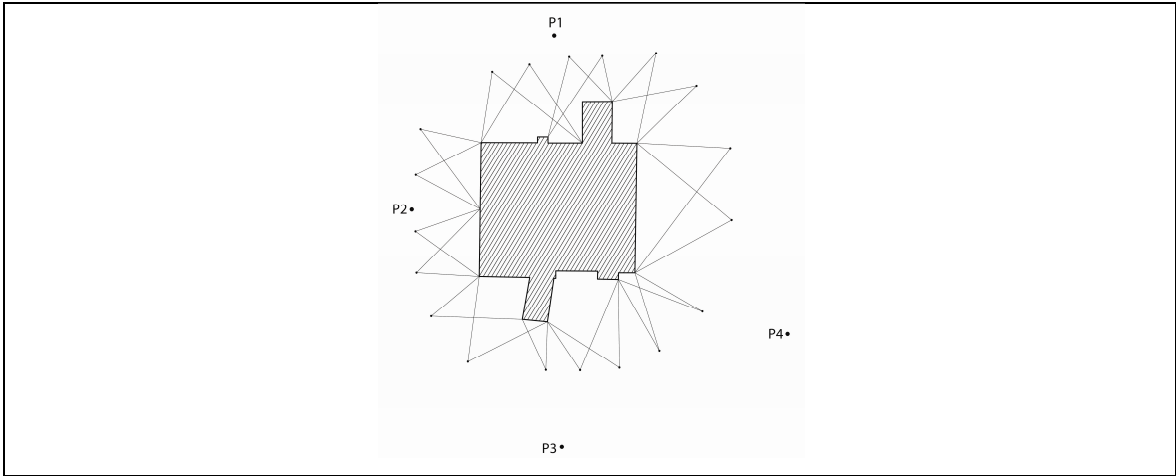
Konağa, doğu cepheden takılmış banyo-wc kütesinin hemen yanından, özgün dairesel taş basamaklarla çıkılan bir sahanlıktan girilmektedir. Küçük bir giriş holünden geçilerek “hayat” mekanına ulaşılmakta, oradan da diğer odalara ulaşılmaktadır (Şekil 40). Yakın zamanda küçük çaplı bir onarımdan geçirilmiş olan konak günümüzde kullanılabilir durumdadır.



Şekil 40. Şevket Bey Konağı yaşama katı planı. [64]

2.5. Örnek Uygulama İçin Proje Planlama Aşaması

Uygulama alanı genel olarak oldukça eğimli bir coğrafyadır ancak fotogrametrik olarak değerlendirilecek tarihi konak, arazinin genel eğimli yapısına karşın nispeten düz sayılabilecek lokal bir alan üzerinde, iki farklı kotla zemine oturmaktadır. Konağın batı cephesi hariç diğer cephelerde fotoğraf çekimi ve jeodezik ölçüm için gerekli görüş açıklığı elde edilebilmektedir. Ancak konak cepheleri, iki cephe dışında (kuzey ve güney) düzgün tek bir yüzeyden oluşmamaktadır. Merdiven, baca, ve konağa bağlanan çeşitli eklentilerden dolayı özellikle batı cephe çoklu yüzeylerden oluşmuş oldukça karmaşık bir cephedir. Bu durum göz önünde bulundurularak, uygulamanın bütünü için çoklu görüntü (bundle) yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Fotoğraf çekimi için ön çalışma yapılırken minimum fotoğraf çekimi ile projenin bütünü tamamlanması hedefleyen bir planlama yapılmıştır (Şekil 41). Ancak yukarıda da değinildiği gibi kimi cephelerin çok sayıda yüzeyden oluşması, çekim noktası sayısının zorunlu olarak artmasına neden olmuştur [45].



Şekil 41. Öngörülen fotoğraf çekim şeması.

Uygulamanın başarılı sonuç verebilmesini doğrudan etkileyecek önemli iki etken, cepheler üzerinde tespit edilen kontrol noktalarının koordinat tespiti için kullanılacak olan jeodezik ölçüm aleti ve, çekimlerde kullanılan fotoğraf makinesinin kaliteleridir. Cephe yüzeyinden okunacak kontrol noktalarının hassas bir şekilde ölçülebilmesi için, kullanılan jeodezik ölçüm aletinin reflektörsüz okuma yapabiliyor olması gerekmektedir. Aksi halde hem reflektörün, cephede istenilen noktaya tutulamaması; hem de okunan koordinatın,

yeterli hassasiyette olamayacak oluşu, sorun yaratabilecektir. Bu nedenle, reflektörsüz ölçüm yapabilen TOPCON GPT 7002i modeli tedarik edilerek, çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Sonucu etkileyecek bir diğer önemli etken de çekimler esnasında kullanılacak fotoğraf makinesinin görüntü kalitesidir. Bu aşamada dijital yada analog fotoğraf makinesi olmak üzere iki seçenek karşımıza çıkmıştır. Analog fotoğraf makinelerinin çözünürlük değerlerinin yüksek, dolayısıyla görüntü kalitelerinin yüksek olmasına karşın, o anki ışık koşullarında alınan görüntünün yeterli kalitede olup olmadığının kontrol edilemeyişi, yani çekilen fotoğrafın o anda görülemeyecek oluşu, analog yerine, dijital fotoğraf makinesi tercih etmemize neden olmuştur. Bu tercih doğrultusunda OLYMPUS SP-560UZ 8.0 MP dijital fotoğraf makinesi tedarik edilerek, çalışmamızda kullanılmasına karar verilmiştir (Şekil 42).



Şekil 42. OLYMPUS SP-560UZ 8.0 MP ve TOPCON GPT 7002i reflektörsüz total station

Jeodezik ölçüm esnasında kontrol noktalarını belirlemek için, kimi uygulamalarda yapıldığı gibi herhangi bir sembol etiketi kullanılmak istenmemiştir. Ölçümü yapılacak olan tarihi konağın cephe dokusunun, koordinat okumaya oldukça elverişli olacak şekilde belirgin hatlara sahip, özgün bir yapıda (geleneksel göz dolmalı duvar örgüsü) oluşu, herhangi bir özel kontrol noktası sembolü kullanmayı gereksiz kılmıştır. Ayrıca, konağın kimi cephelerinin ek bir donanım kullanmaksızın üst noktalarına erişilemeyecek derecede yüksek oluşu, sembol yapılandırma işini efektif olmaktan çıkarmıştır.

Planlama aşamasında son olarak, fotoğrafların değerlendirilmesinde kullanılacak yazılıma karar verilmiştir. Genel olarak fotogrametrik sistemlerin profesyonel anlamda kullanıldığı durumlarda mimarlık için oldukça pahalı olmasına karşın, basit birtakım

bilgisayar yazılımlarıyla, rektifikasyon ve model oluşturma gibi mimari fotogrametri işleri yeter derecede başarıyla yapılabilmektedir. Photomodeler yazılımı da bu amaçla üretilmiş güzel bir örnektir [44]. Photomodeler, iki boyutlu resimlerden üç boyutlu model elde etmek için kullanılan, EOS Systems Inc. tarafından geliştirilmiş bir dijital fotogrametri yazılımıdır. Bir veya daha fazla kamera ile çekilen fotoğraflardaki eşlenik noktaların ölçümüne dayanan bir çalışma prensibine sahiptir. Video kameralar, metrik kameralar, dijital kameralar ve amatör kameralarla çekilen fotoğraflar, photomodeler’da değerlendirilebilmektedir [47]. Çalışmamız süresince de, incelediğimiz birçok örnekte, photomodeler yazılımının kullanıldığı görülmüş ve uygulamamızı gerçekleştirmek üzere bu yazılımın kullanılmasına karar verilmiştir.

2.6. Örnek Uygulama İçin Arazi Çalışması

Genel olarak arazi çalışması jeodezik ölçüm ve fotoğraf çekiminden oluşan iki aşamalı bir süreçtir. Zira her iki aşama da arazide gerçekleştirilmesi gereken işlerdir. Ancak, arazi çalışması aşamasının içeriği, daha ziyade jeodezik ölçüm işlerini kapsayacak şekilde daraltılarak ele alınmıştır. Fotoğraf çekimleri ayrı bir aşama olarak ele alınacaktır. Arazi çalışmamız sırasında öncelikli olarak dört adet poligon noktası ile tarihi konak etrafında kapalı bir lokal ağ oluşturulmuştur (Tablo 1). Poligon noktalarının seçimi yapılırken, alet kurulacak yerlerin, ölçümü yapılacak cephe üzerindeki her noktayı, kolaylıkla görebiliyor olmasına dikkat edilmiştir.

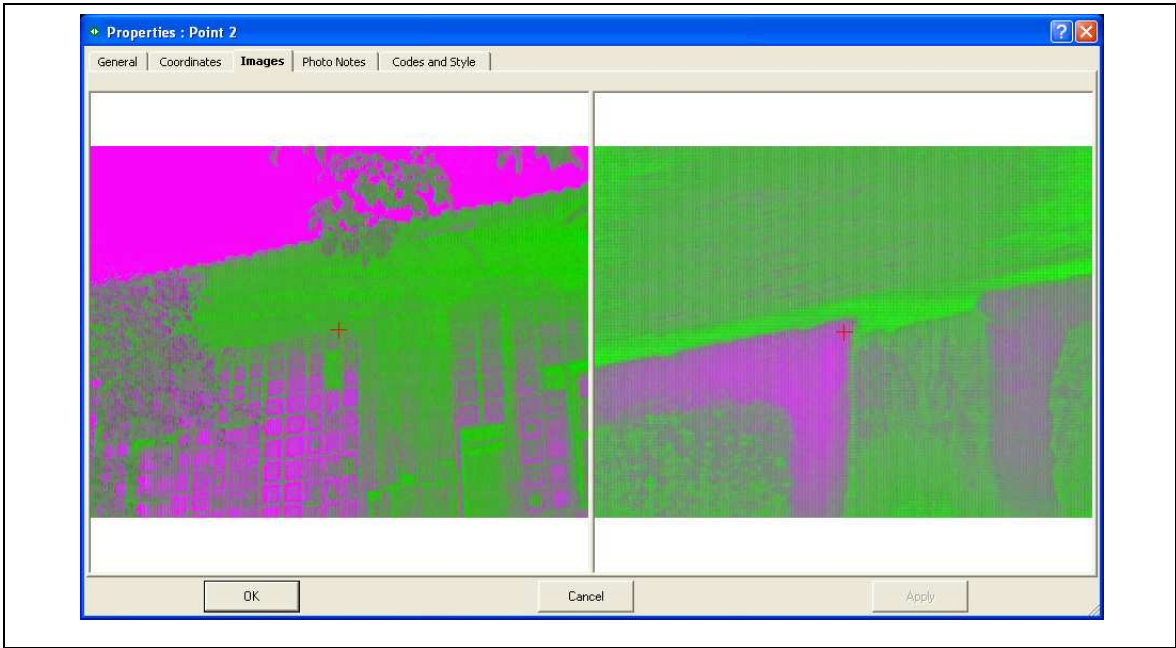
Tablo 1. Poligon noktaları ve koordinatları

Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)
P.1	100,000	100,000	10,000
P.2	83,200	83,200	11,670
P.3	56,741	96,442	8,691
P.4	66,233	121,342	5,750

Bu şekilde tespit edilmiş 4 poligon noktasına jeodezik ölçüm aleti kurularak tarihi konağın dört cephesi üzerinden toplam 53 kontrol noktası ölçülmüştür. Kontrol noktaları tespit edilirken, noktaların cepheden mümkün olduğunca homojen bir dağılımla seçilmesine özen gösterilmiştir. Kontrol noktalarının netliği ve dağılımı, görüntünün

rektifikasyonunu doğrudan etkilediğinden bu noktalar ne kadar hassas belirlenirse sonuç o kadar iyi olmaktadır [16].

Kontrol noktaları ölçülürken dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli nokta da, cephe üzerinde hangi noktaların okunduğunu gösterecek şekilde, ölçülen cepheye ilişkin anlaşılır krokilerin oluşturulmasıdır. Okunan koordinat değerleri daha sonra değerlendirme aşamasında bu krokiler yardımıyla, çekilen fotoğraflar üzerinde işaretlenerek görüntü eşleştirmeleri yapılabilecektir. Bu çalışma esnasında kullanılan jeodezik aletin özellikleri gereği, cephe üzerinden okunan koordinatın aynı zamanda dijital görüntüsü de alınabilmektedir (Şekil 43). Dolayısıyla, alınan koordinatlar yazılıma yüklenirken yalnızca krokilerden yararlanılmamış, aletin çektiği dijital görüntülerle de, noktanın yerinin doğruluğu teyit edilmiştir.



Şekil 43. TOPCON GPT 7002i total station ile alınmış kontrol noktası görüntüleri.

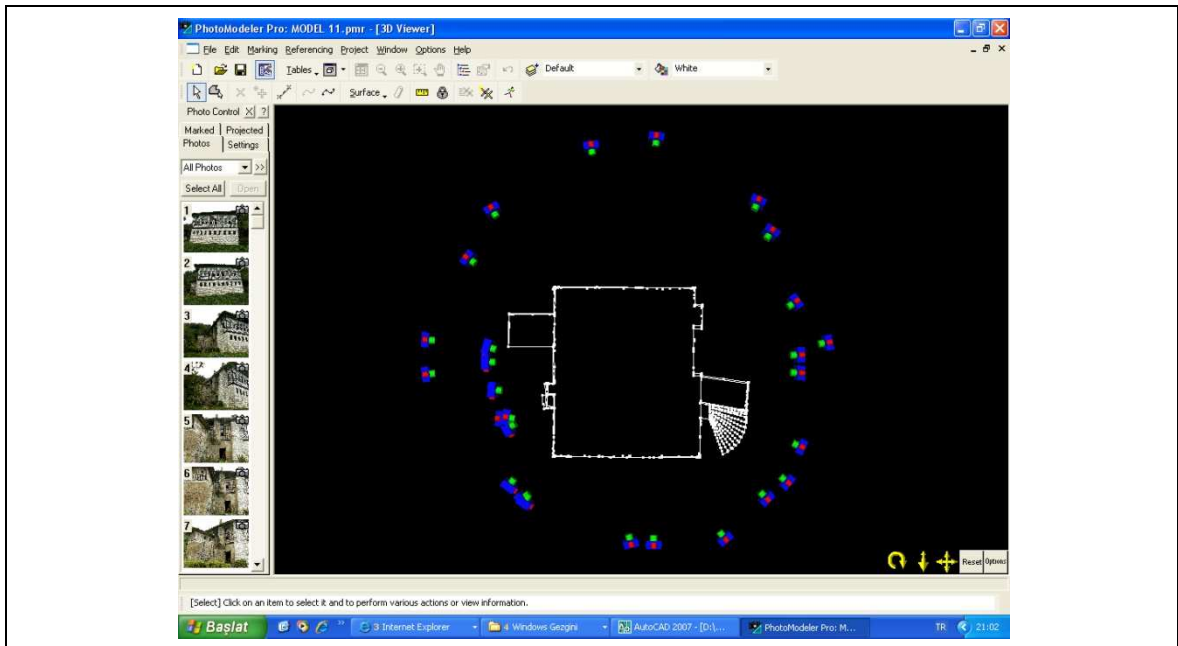
2.7. Örnek Uygulama İçin Fotoğraf Çekimlerinin Yapılması

Fotoğrafların çekimi, çalışmanın en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Zira, elde edilen diğer bütün veriler değerlendirme aşamasında fotoğraflar aracılığıyla işler olabilecektir. Dolayısıyla, çekilen fotoğraflar, fotogrametrik uygulamanın, temelini oluşturan ana elemanlardır. Bu durum fotoğraf çekimi için büyük özen gösterilmesini gerekli kılmaktadır. Çekilen fotoğrafların kalitesiyle, yapılan çalışmanın kalitesi birbiriyle

doğrudan ilişkilidir. Fotogrametrik ilkeler gereği, en az iki farklı açıdan fotoğraflayarak kaydedemediğimiz yüzeyin, modelini üretmemizin mümkün olmayacağı unutulmamalıdır. Bu noktada, fotoğrafladığımız yüzeyin, değerlendirmeye uygun bir şekilde kaydedilmesini etkileyen, ortamdaki ışık miktarı, açısı, yönü, rengi, fotoğraflanan yüzeydeki gölgeli alanlar, perspektif gibi faktörler önem kazanmaktadır.

Çalışma kapsamında, fotogrametrik olarak modelini üreteceğimiz tarihi konağın fotoğraf çekimleri 10.10.2009 tarihinde Rize İli Fındıklı İlçesi, Çağlayan Köyü'nde yaptığımız arazi çalışmasının akabinde gerçekleştirilmiştir. Çekim günü havanın kapalı ve yağışsız oluşu, çekimler için gerekli olan, yüzeyler üzerinde az gölge oluşturacak, dengeli bir ışık ortamında çalışmaya imkan tanımıştır. Bu durum, çekimlerimizdeki fotoğraf kalitesine olumlu bir katkı sağlamıştır.

Uygulamanın, proje planlama aşamasında hazırlanan çekim planında öngörüldüğü şekliyle minimum fotoğraf sayısı ile projenin tamamlanmasına özen gösterilmiştir. Az sayıda fotoğraf kullanmak, hem değerlendirme sırasında gereksiz yoğunluktan kurtaracak hem de projenin daha hassas sonuçlanmasına katkı sağlayacaktır. Ancak, çekim planına bire bir uymak her zaman mümkün olamamıştır. Özellikle konağın doğu cephesindeki baca duvarları, giriş bölümü gibi eklentilerin çokluğu ve batı cepheyi kapatan ağaç ve sarmaşıklar, çekim planında öngörülenin kimi zaman dışına çıkılmasını gerekli kılmıştır (Şekil 44).



Şekil 44. Çekim açıları ve kamera konumları.

Çekimler, değerlendirme aşamasında kullanılmak üzere 27 adet fotoğrafın çekilmesiyle tamamlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Model oluşturmada kullanılan fotoğraflar



2.8. Değerlendirme

Fotogrametrik veri değerlendirme işlemi, fotogrametri uygulamalarının son aşaması olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada, çekilen fotoğraflar proje planlama aşamasında karar verilen Photomodeler yazılımı ile değerlendirilmiş, amaca yönelik model ve ortofoto görüntüleri üretilmiştir.

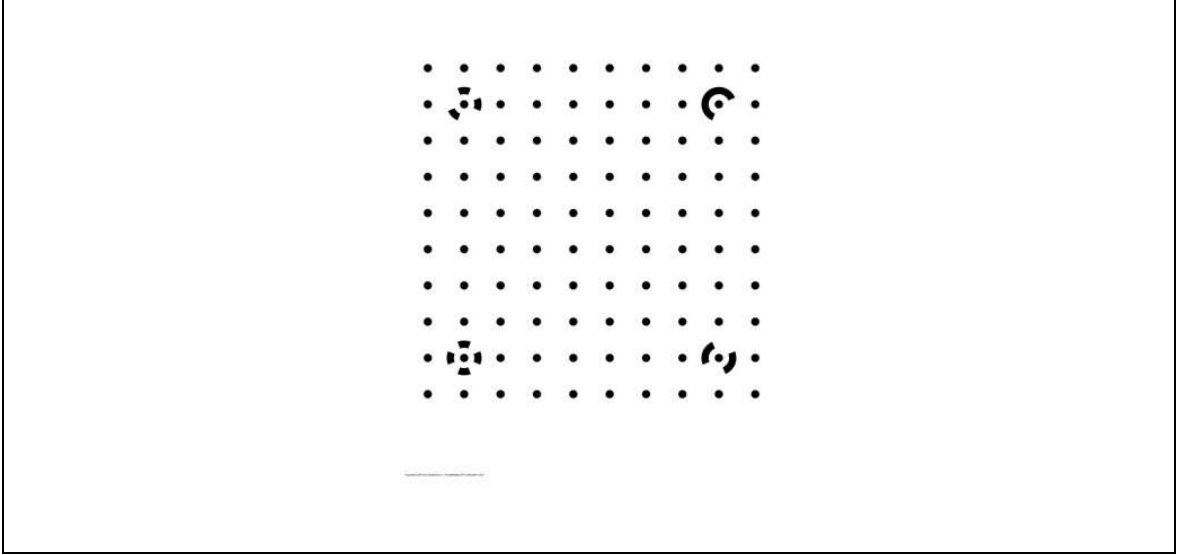
2.8.1. Kullanılan Fotoğraf Makinesinin Kalibrasyonu

Çekilen fotoğrafların değerlendirilmesine başlayabilmek için, çekimler esnasında kullanılan kameranın kalibrasyon değerlerinin yazılıma girilmesi gerekmektedir. Kamera kalibrasyonu, “1.3.1.3. Kalibrasyon” başlığında da anlatıldığı üzere kamerayı ölçüm gereci olarak kullanmak amacı ile kameranın karakteristik özelliklerinin saptama yöntemi olarak ifade edilmesidir. Bu nedenle farklı türde kameralarla çalışabilen fotogrametri yazılımları bu çalışmalarını yapabilmek için kullanılan kameralara ait spesifik parametrelere ihtiyaç duymaktadırlar [19]. Çalışmamızda, Photomodeler 5.2.3 yazılımının kalibrasyon arayüzü kullanılarak, OLYMPUS SP-560UZ 8.0 MP fotoğraf makinesinin, bahsedilen bu karakteristik özellikleri saptanmıştır.

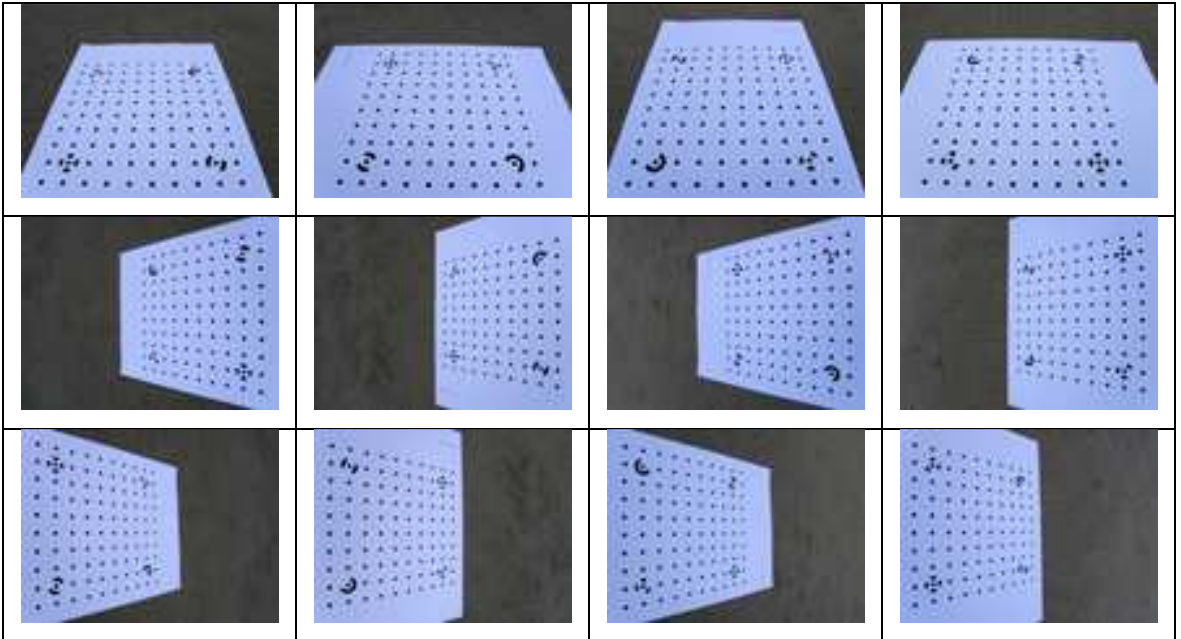
Kalibrasyon yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, zoom objektifli bir kamera kullanıldığında karşımıza çıkmaktadır. Bilindiği gibi zoom objektiflerin odak uzaklıkları değiştirilebilmektedir. Oysa kamera kalibre edilirken yalnızca sabit bir odak uzaklığına göre kalibrasyon değerleri hesaplanmaktadır. Dolayısıyla, proje için fotoğraf çekimleri esnasında hangi odak değeri kullanılarak çekim yapılacaksa, yada yapılmışsa; kalibrasyon yapılırken de objektifin aynı odak uzaklığı değerinde olmasına dikkat edilmelidir. Odak uzaklığının saptanmasında yapılacak bir hata iç yöneltmeyi bozmakta, dolayısıyla üç boyutlu modelde hata yapılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle:

- Kamera, fotogrametri yazılımlarında ilk kez kullanılacaksa,
- Kamera farklı bir lens ile kullanılacaksa,
- Kameraya ait farklı odak uzaklıkları birlikte kullanılacaksa,
- Kamera yada lensin hasar görmesi durumunda,
- Resimlerin taranacağı tarayıcının değiştirilmesi durumunda,
- Kullanılan kameranın değiştirilmesi durumunda, kalibrasyon işleminin yeniden yapılması gerekmektedir [19].

Çalışmada kullanılan kameranın kalibrasyonunun yapılabilmesi için öncelikli olarak yazılımla birlikte verilen pdf formatındaki kalibrasyon grafiğinin, düz, sağa yatık, ve sola yatık olmak üzere üç kamera pozisyonunda dört yönden 12 adet fotoğrafı çekilmiştir (Şekil 45,46).



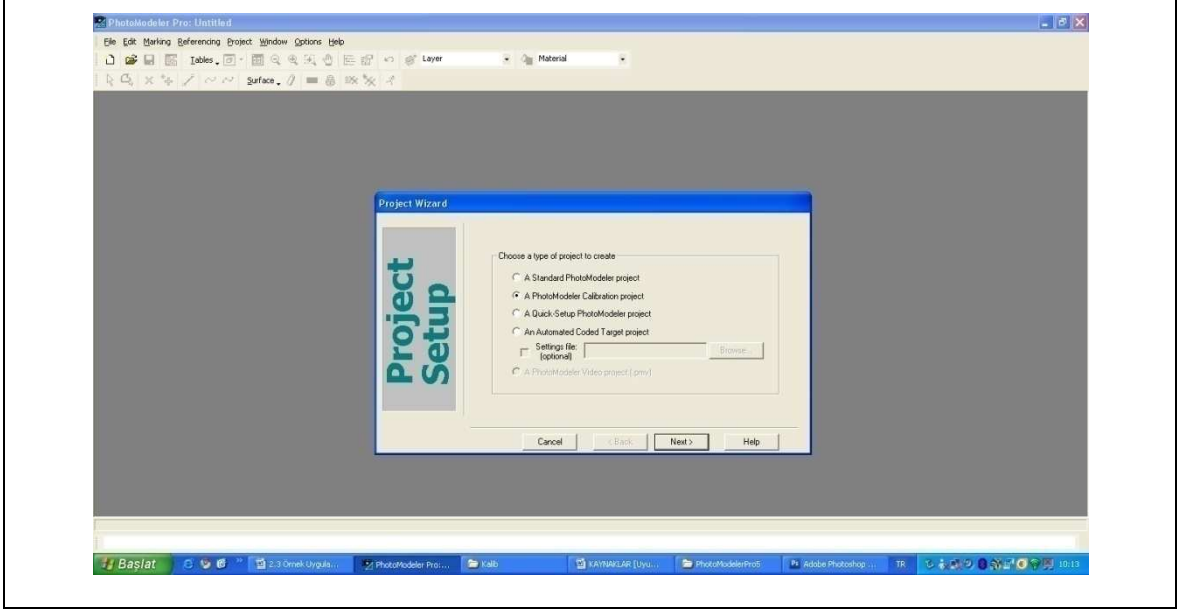
Şekil 45. Photomodeler 5.2.3 kalibrasyon grafiği.



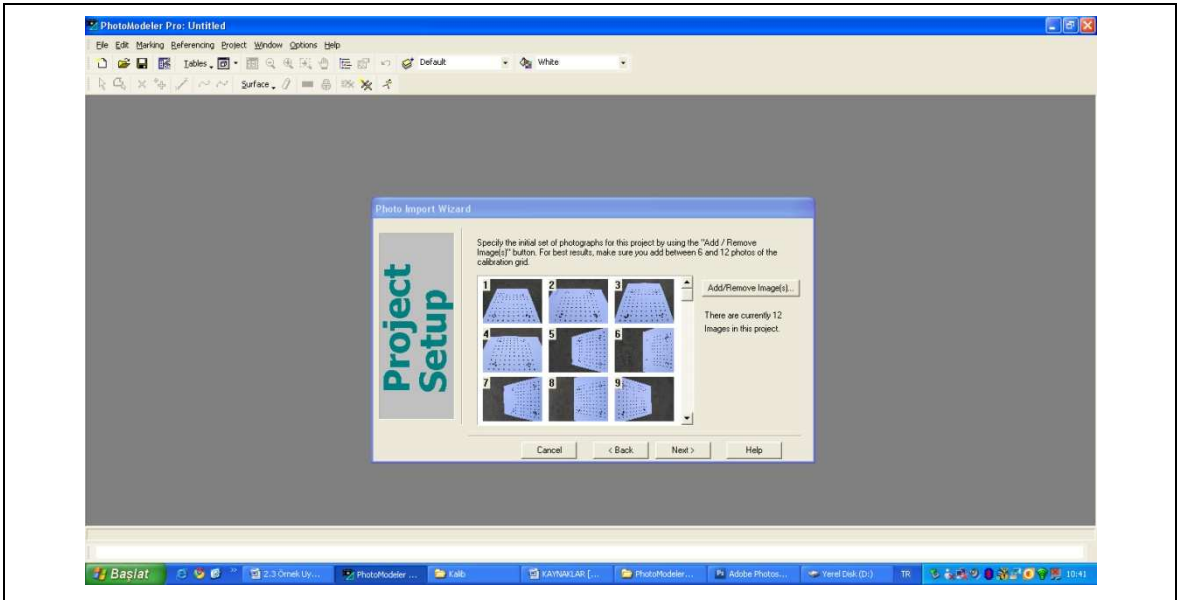
Şekil 46. Kalibrasyon için 4 yönden çekilmiş 12 fotoğraf.

Daha sonra çekilen bu fotoğraflar, Photomodeler kalibrasyon ara yüzünde, yeni bir kalibrasyon projesi oluşturularak yazılıma alınmıştır. Photomodeler 5.2.3 sürümü

kalibrasyon ek yazılımı, fotoğraflar üzerindeki kontrol noktalarını otomatik olarak tanımakta ve kalibrasyon işlemini yürütebilmektedir. Dolayısıyla bir sonraki adımda yalnızca “execute calibration” komutu ile kalibrasyon işlemini başlatmak yeterli olmuştur (Şekil 47, 48).

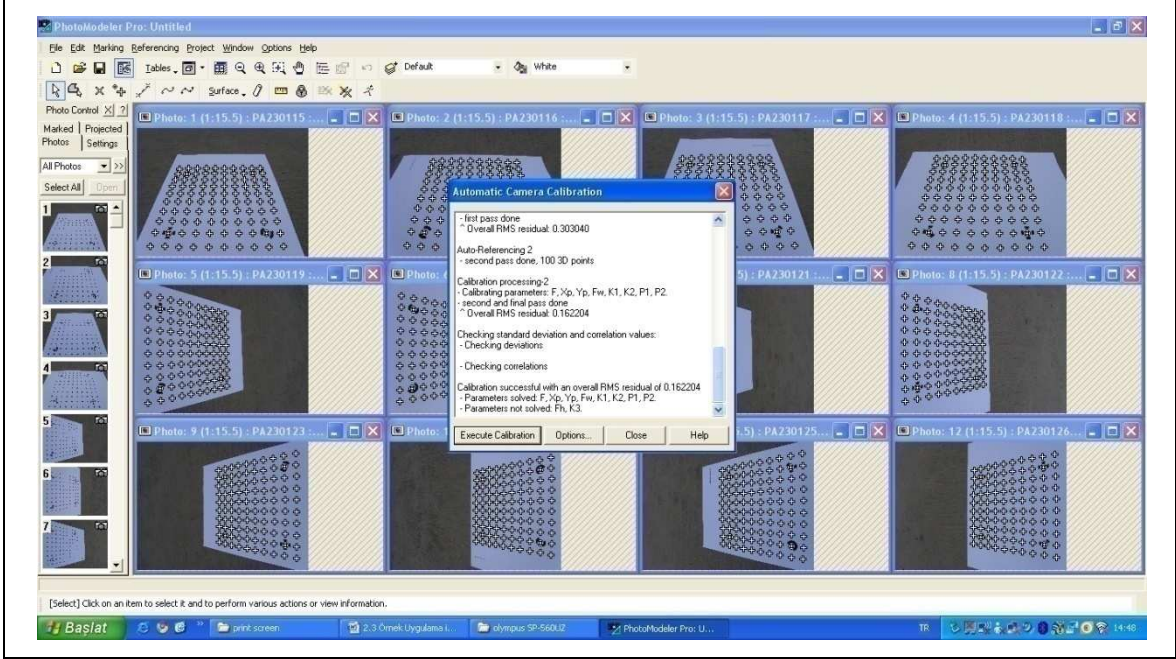


Şekil 47. Yeni kalibrasyon projesi

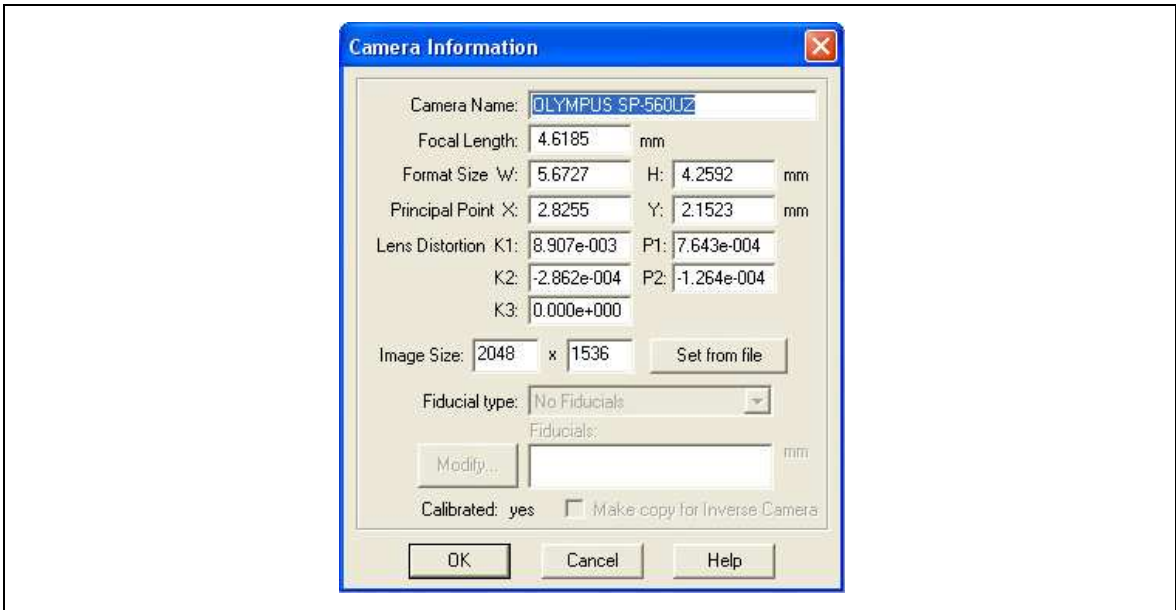


Şekil 48. Kalibrasyon grafiği fotoğraflarının yazılıma alınması.

Kalibrasyon işleminin sonuçlanmasıyla, “file / save project as” komutuyla modelleme aşamasında kullanılmak üzere kameraya ilişkin odak uzaklığı, resim koordinat sisteminin yönleri, dönüklükleri ve distorsiyonu gibi bilgilerin saklandığı *.pmr dosyası oluşturulmuştur (Şekil 49, 50).



Şekil 49. Sonuçlanmış kalibrasyon işlemi.



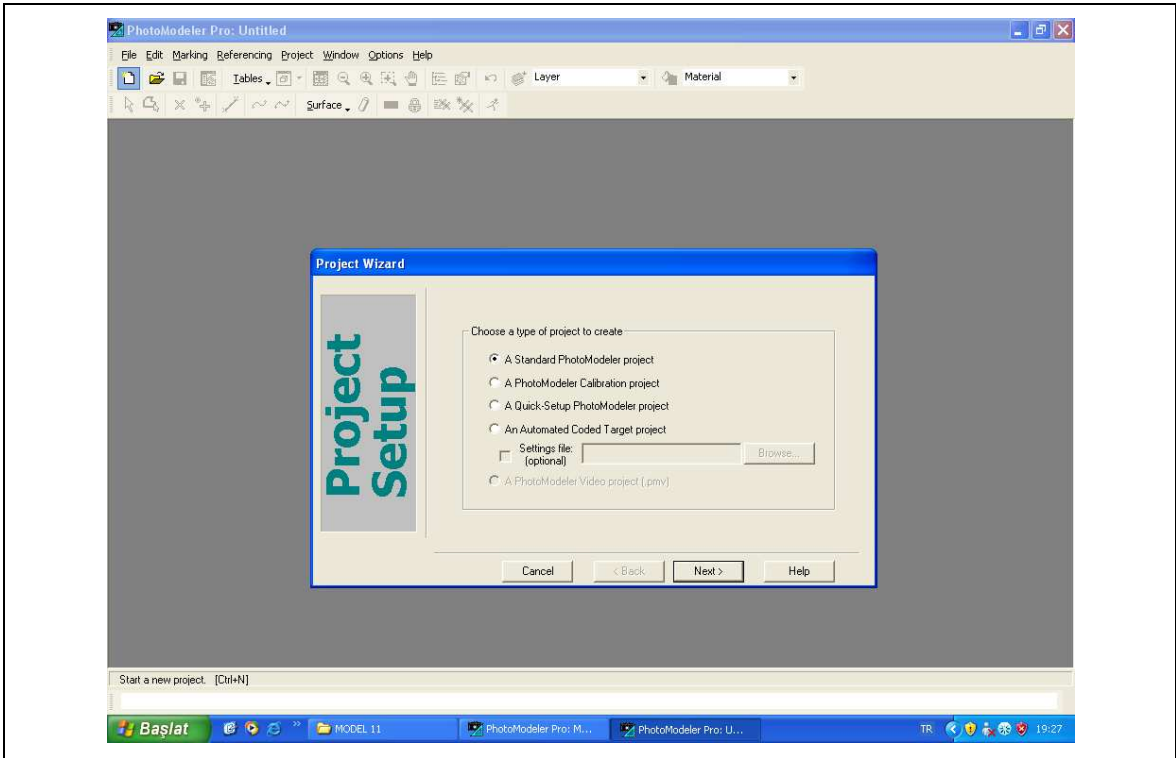
Şekil 50. Kalibrasyonla elde edilmiş kameraya ilişkin parametreler.

2.8.2. 3D Modelin Oluşturulması

Modelin oluşturulması işlemi, Photomodeler yazılımının kendi işlem adımları takip edildiği takdirde, yedi adımda tamamlanmaktadır. Bu adımlar:

1. Adım: Yaklaşık proje boyutu ve kullanılacak birimlerin belirlenmesi
2. Adım: Kamera parametrelerinin (kalibrasyon değerleri) yazılıma tanıtılması
3. Adım: Fotoğrafların yazılıma alınması
4. Adım: Nokta eşleştirmelerinin yapılması
5. Adım: “Process” komutuyla girilen verilerin işleme tabi tutulması
6. Adım: Oluşturulan proje üzerinden modele ilişkin çizim ve yüzey tanımlamalarının yapılması (modelin üretilmesi)
7. Adım: Ürünün sonuçlandırılarak amaca uygun şekillerde “export” edilmesidir.

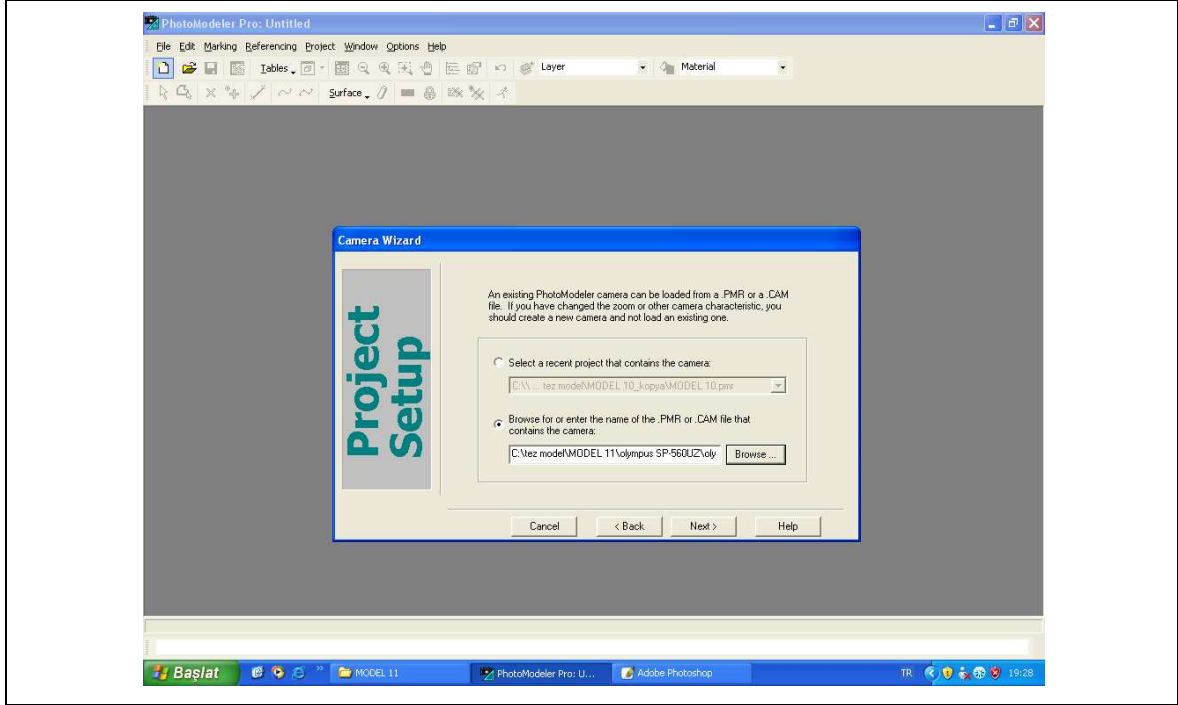
Çalışmamızda, “File / New Project” komutuyla yeni bir proje oluşturarak, model oluşturma aşamasına başlanmıştır (Şekil 51) [48].



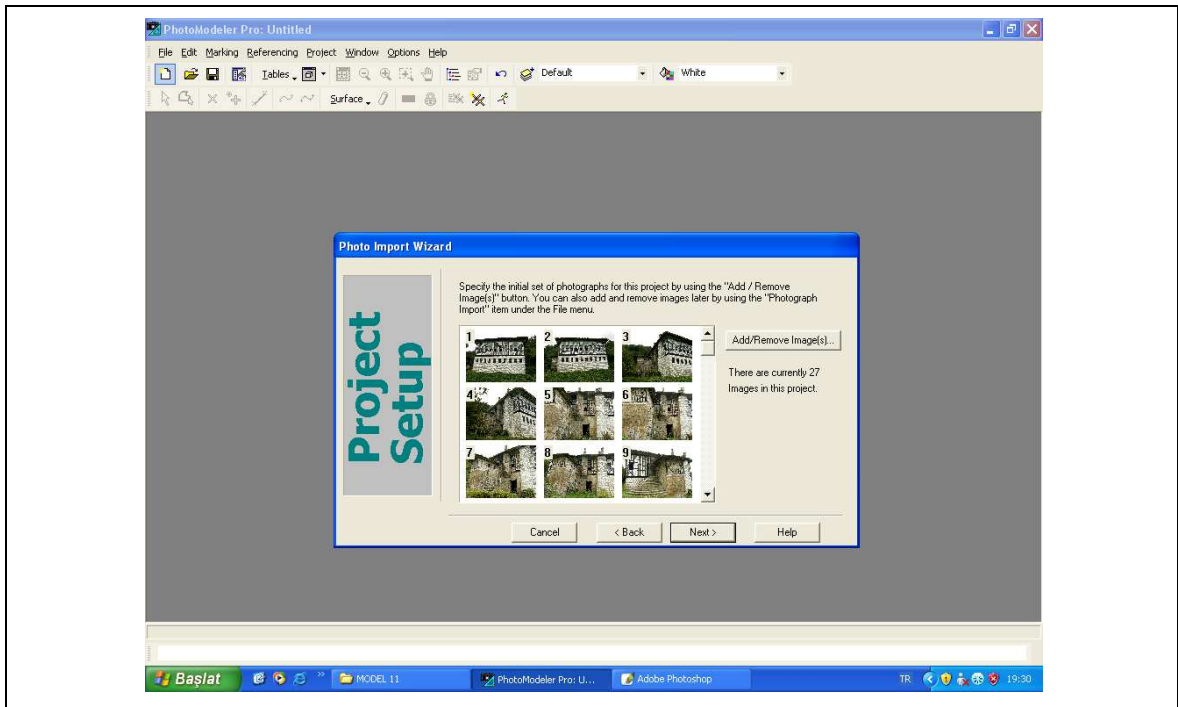
Şekil 51. Photomodeler’da yeni bir projenin başlatılması.

Yeni proje başlatıldıktan sonra, 4. adımda nokta eşleştirmelerinin yapılarak, model üretimine geçilinceye kadarki süreç, birbirini izleyen bir dizi arayüzle, kolaylıkla ve seri

bir şekilde tamamlanabilmektedir. Bu süreç temel olarak, oluşturulan kalibrasyon dosyasının yazılıma alınması ve fotoğrafların yüklenmesini içermektedir (Şekil 52, 53).



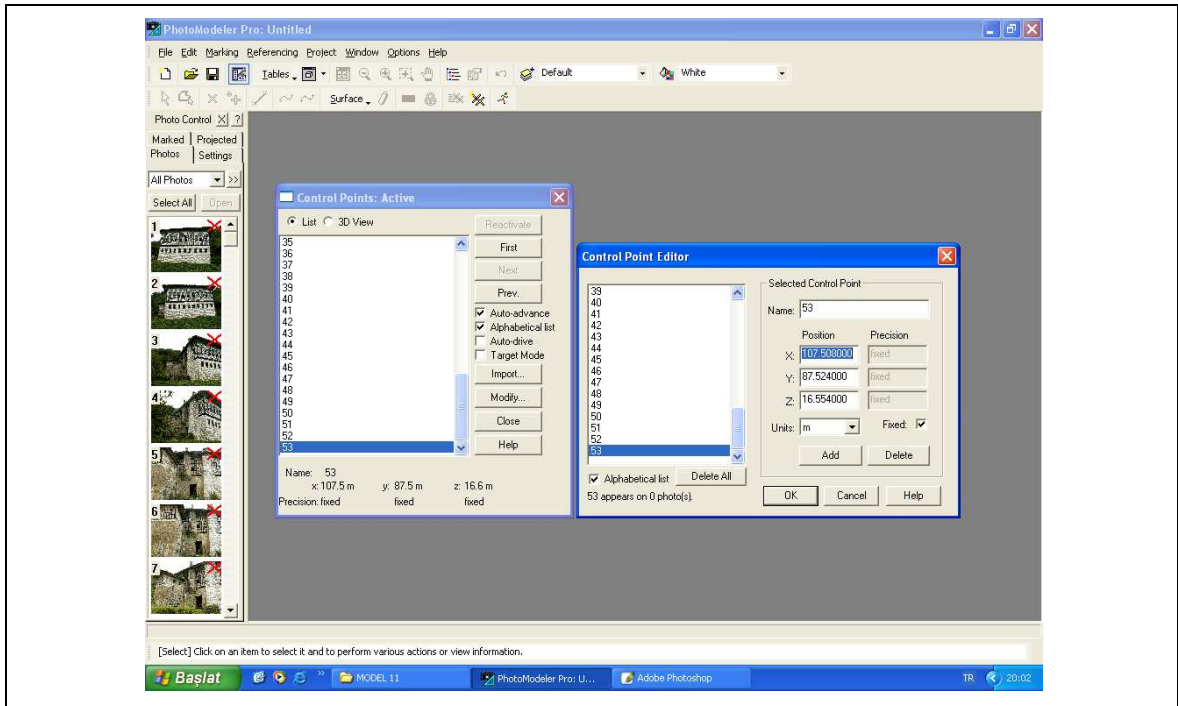
Şekil 52. Kalibrasyon aşamasında oluşturulan ve kalibrasyon parametrelerini taşıyan olympus SP-560UZ.pmr dosyasının yazılıma alınması.



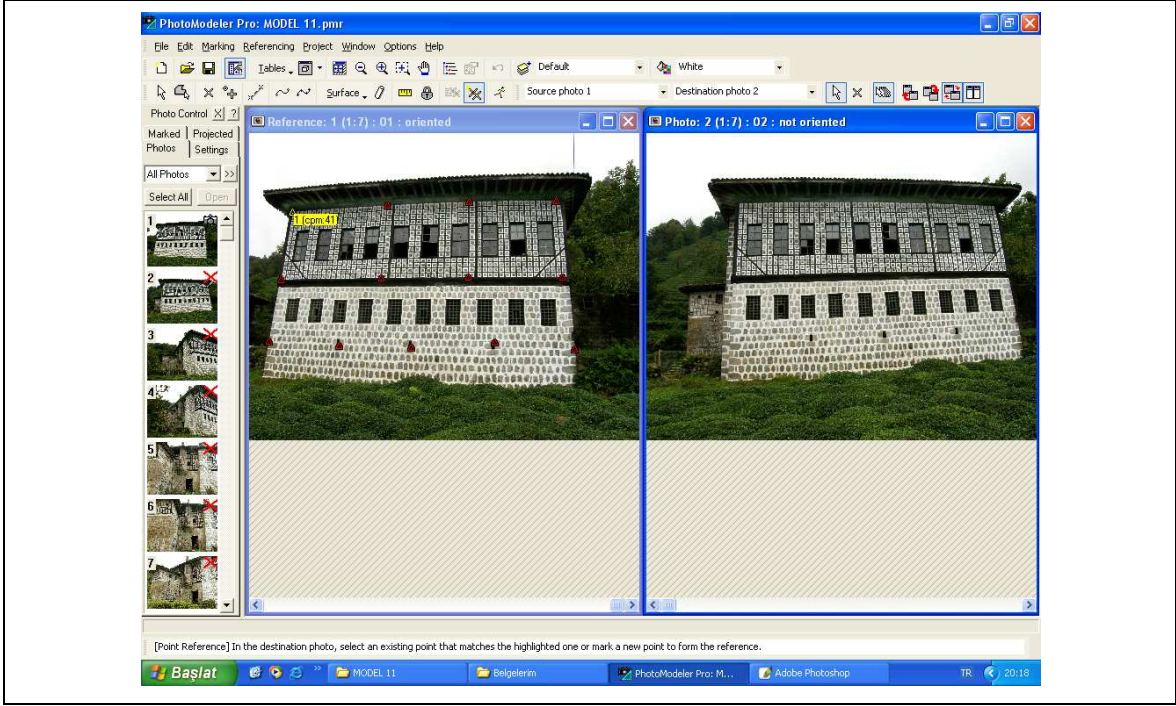
Şekil 53. Fotoğrafların yazılıma yüklenmesi.

Model için kullanılacak olan 27 fotoğraf yazılıma alındıktan sonra, stereo çiftler halinde açılıp, resmettikleri ortak alanlardan minimum 6'şar ortak nokta karşılıklı olarak, çiftin her iki fotoğrafında işaretlenmiş ve "process" edilmiştir. Bu işlemle fotoğraflar karşılıklı olarak yöneltilmiş olmaktadır. Çalışmamız esnasında, yöneltilmede kullanılacak noktalar seçilirken, yöneltilecek fotoğrafların gördüğü alanlara denk düşen ve jeodezik ölçüm esnasında kaydedilen kontrol noktaları da kullanılmıştır. Bu sayede, oluşturulacak modelin sonradan ölçeklenmesine gerek kalmamış ve gerektiğinde, mutlak yöneltilmesinin yapılabilmesi mümkün kılınmıştır (Şekil 55, 56).

Kontrol noktalarının yöneltilme işlemi sırasında kullanılabilmesi için, jeodezik ölçümle elde edilen nokta koordinat değerlerinin projeye dahil edilmesi gerekmektedir. Bu uygulamada, kontrol noktaları "Marking / Mark Control Points Mode" komutu kullanılarak yazılıma tek tek girilmiş ve fotoğraflar üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 54).

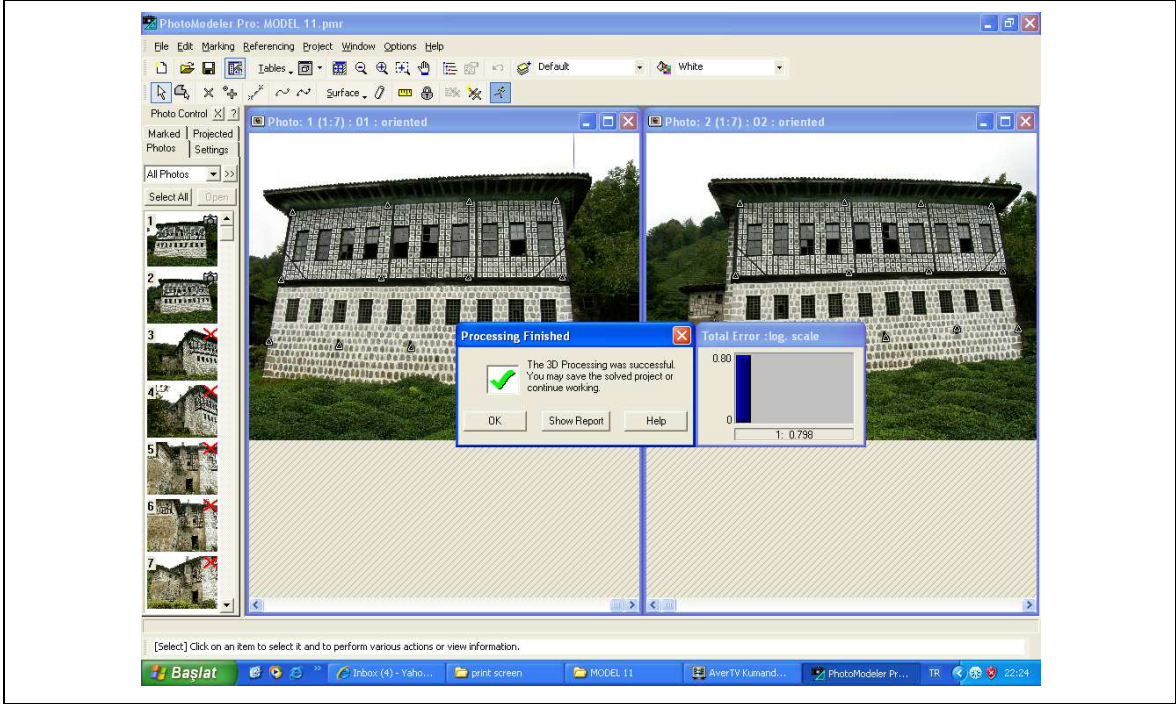


Şekil 54. Kontrol noktalarının yazılıma yüklenmesi.



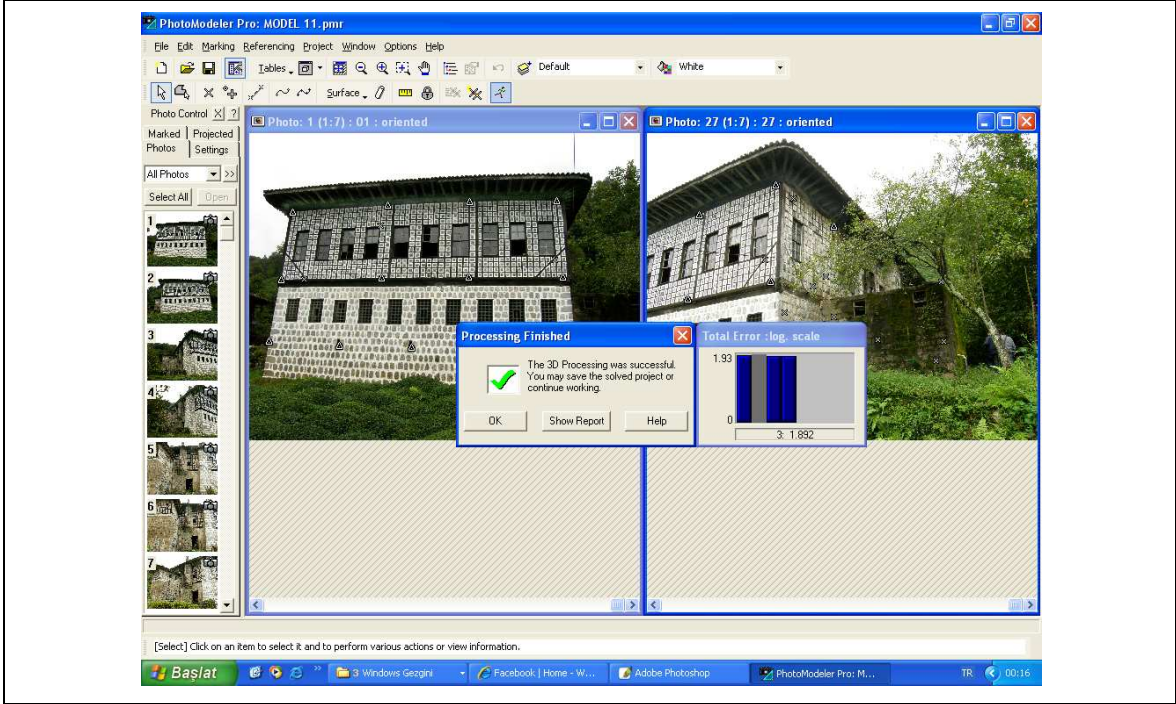
Şekil 55. Koordinatları girilen kontrol noktalarının fotoğraflar üzerinde işaretlenmesi

Bundan sonraki aşamada, birbirini takip eden sırayla her bir fotoğraf çifti açılarak, aynı yönlendirme işlemleri tek tek her bir fotoğraf için uygulanmıştır. Bütün fotoğrafların bu şekilde yönlendirilerek birbirine bağlanmasının ardından, 1. fotoğraf ve 27. fotoğraf birlikte açılıp; yine aynı şekilde 6 ortak nokta ile “process” edilmiş ve projedeki bütün fotoğraflar ring oluşturacak şekilde birbirine bağlanmıştır. Bu işlemler sonucunda projenin iç ve dış yönlendirmesi tamamlanmış olmaktadır (Şekil 57).

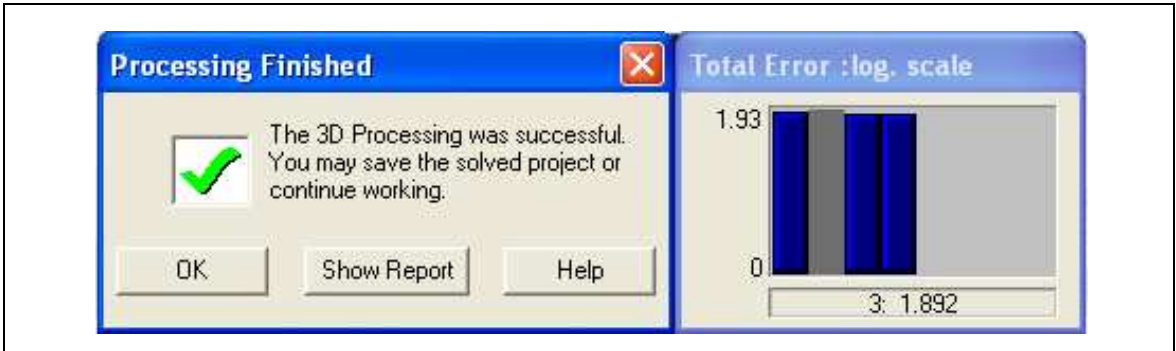


Şekil 56. Ortak noktaları işaretlenen fotoğraf çiftinin “Process” edilerek karşılıklı yönltilmesi.

“Process” komutu, işlemi sonuçlandırıldığında, yönltilme sonundaki olası hata oranları grafiksel bir tablo olarak verilmektedir. Bu grafikte verilen değerlere göre, yönltilme işlemindeki hata oranı 5 pixel’den az olmalıdır. Aksi halde üretilecek modelin hassasiyeti yeterli düzeyde olamayacaktır. Bu çalışmadaki bütün yönltilme işlemleri sonunda, hata oranı 1.93 pixel olarak hesaplanmıştır. Bu rakam, çalışmanın hassasiyeti bakımından oldukça başarılı bir sonuçtur (Şekil 58).

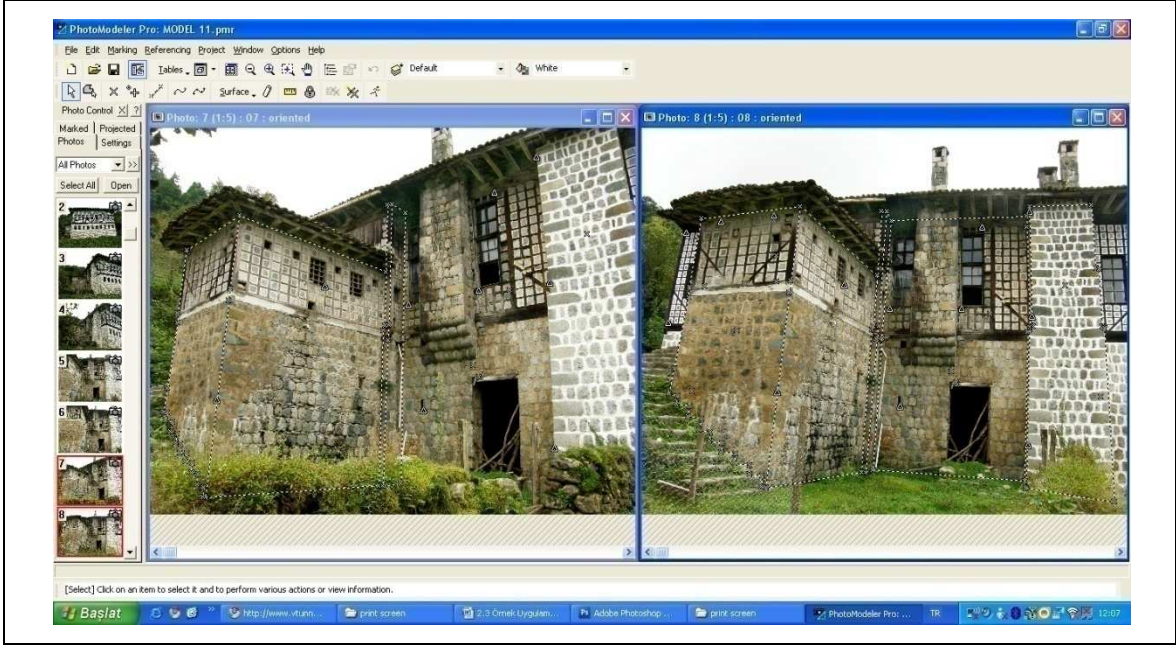


Şekil 57. 1. ve 27. Fotoğrafın “process” edilmesi.

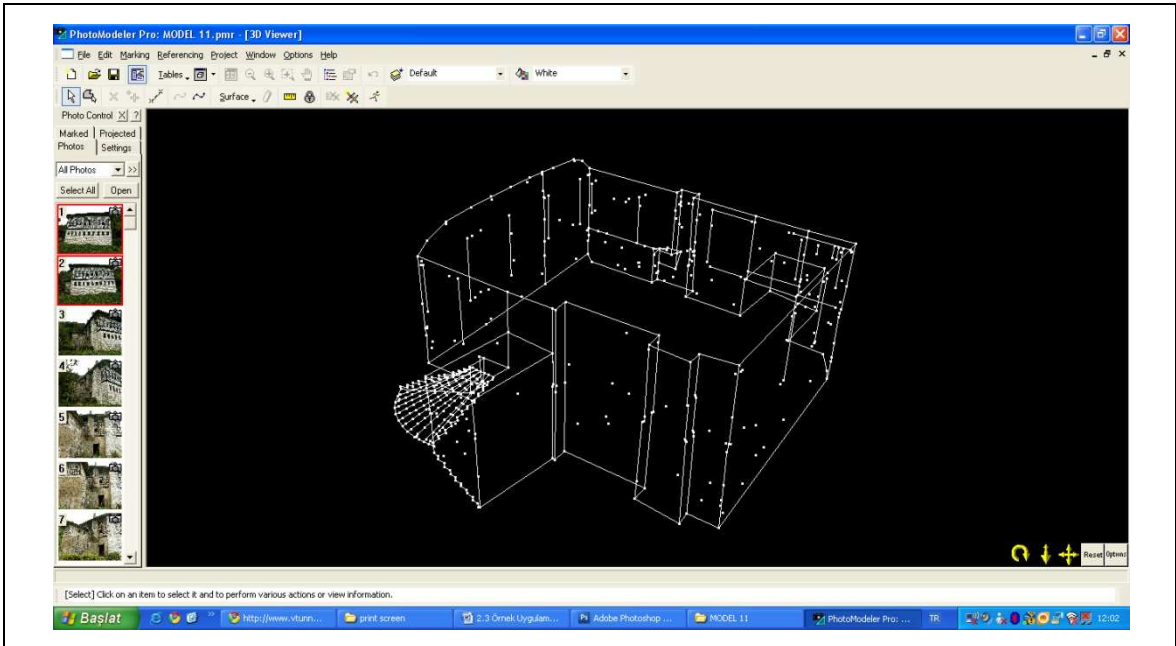


Şekil 58. “process” işlemleri sonucundaki hata grafiği.

Yönelmeleri tamamlanmış olan proje, bundan sonraki aşamada, üzerinden istenilen ölçünün alınmasına, istenilen çizimin yapılmasına ve modelin üretilmesine hazır hale gelmiştir. Dolayısıyla bir sonraki adım olarak, tarihi konağın cepheleri, formun ana hatları (köşe aksları) üzerinden, tanımlanan koordinat sistemi içerisinde 3d olarak çizilmiştir. Bu şekilde bütünüyle çizilen konağın “wireframe” (tel kafes) olarak 3d modeli elde edilmiştir (Şekil 59, 60).



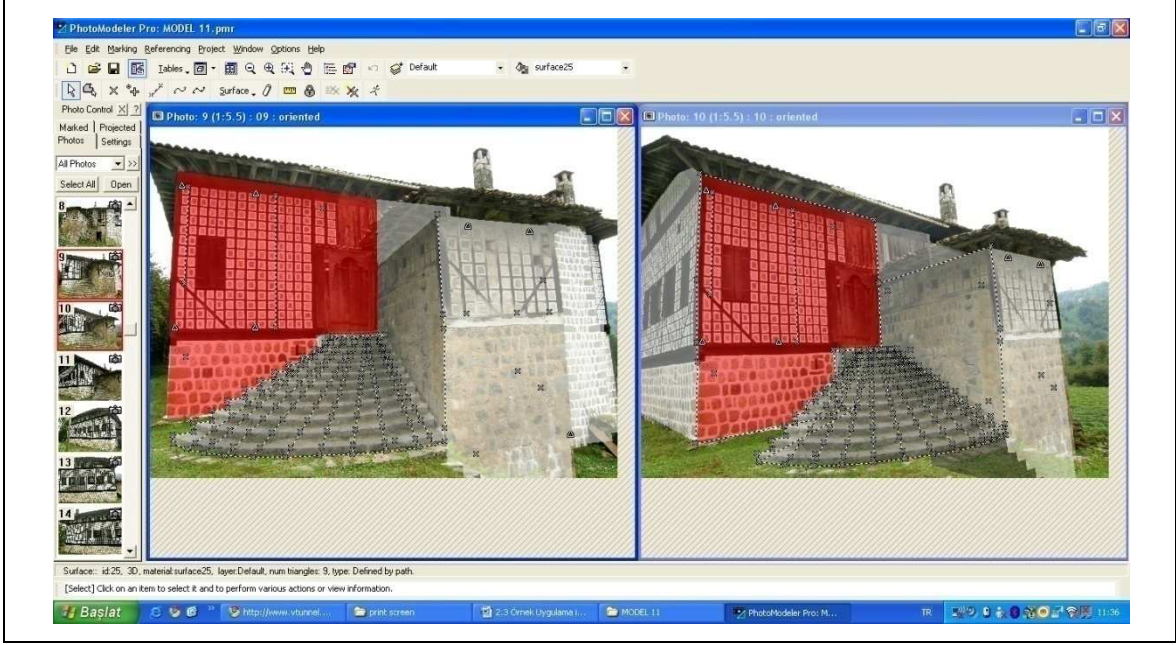
Şekil 59. Cephelerin “wireframe” olarak çizilmesi.



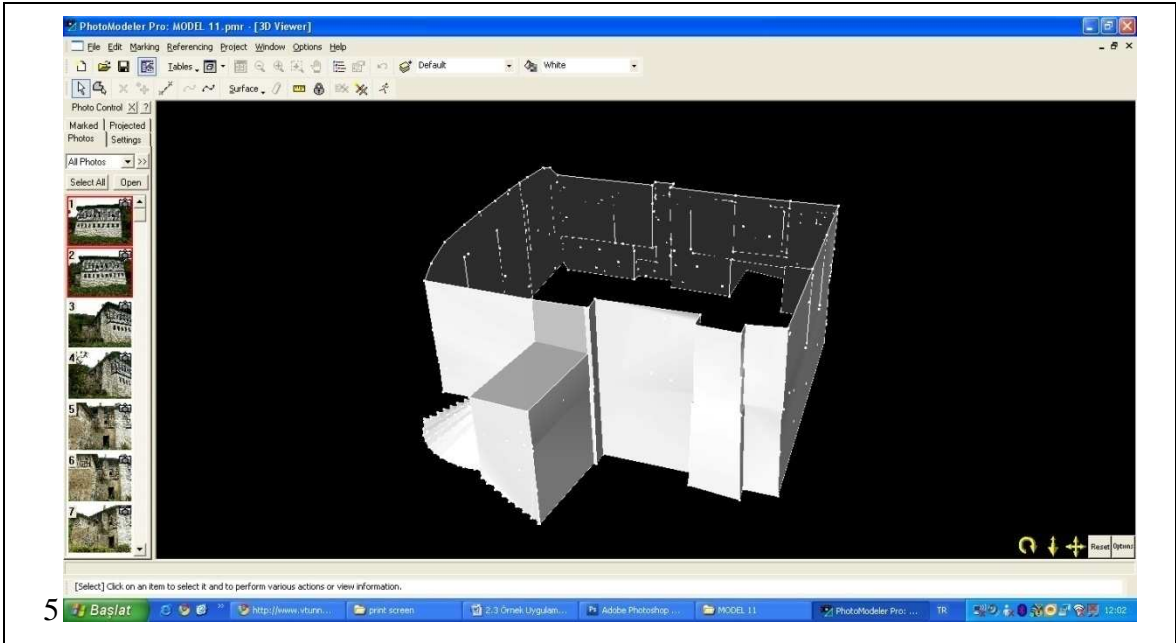
Şekil 60. “wireframe” olarak modellenmiş konak.

Üretilen “wireframe” modelin gerçekçi görünüşe sahip olabilmesi ve ortofoto görüntülerinin elde edilebilmesi için yüzey kaplamalarının yapılması gerekmektedir. Bu amaçla “surface” komutu kullanılarak, üretilmiş olan iskelet modelin yüzey kaplamaları da

oluşturulmuştur. Yüzey kaplamaları tamamlanan model artık dolu bir görünüme sahip olan, “shaded” model olarak adlandırılmaktadır (Şekil 61, 62).

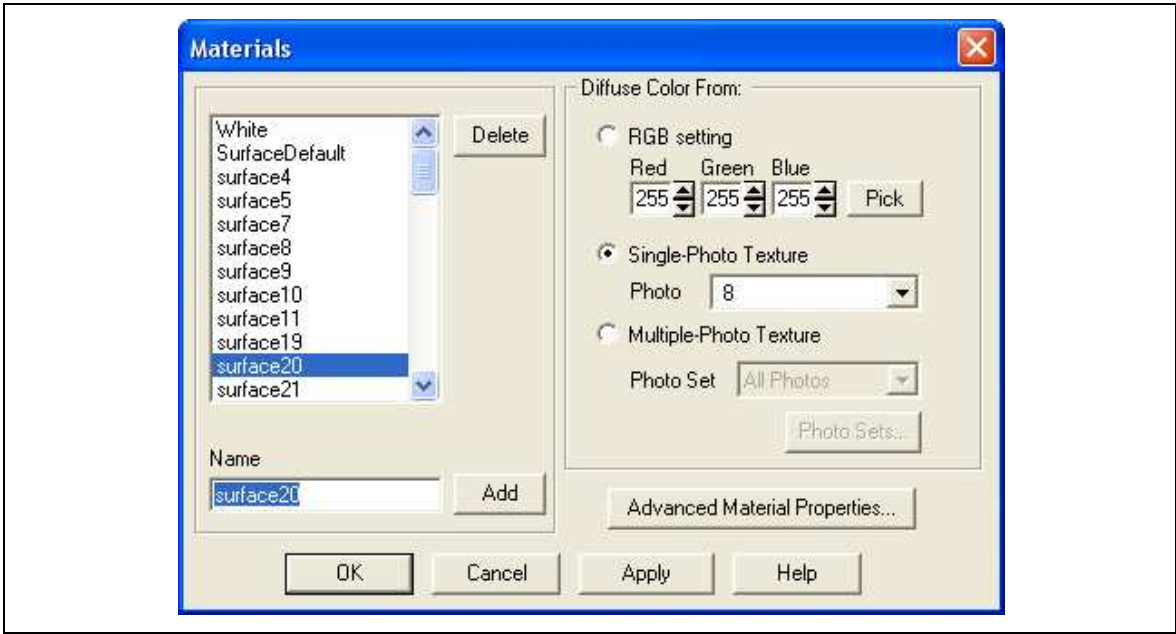


Şekil 61. “Wireframe” modele yüzeylerin kaplanması.



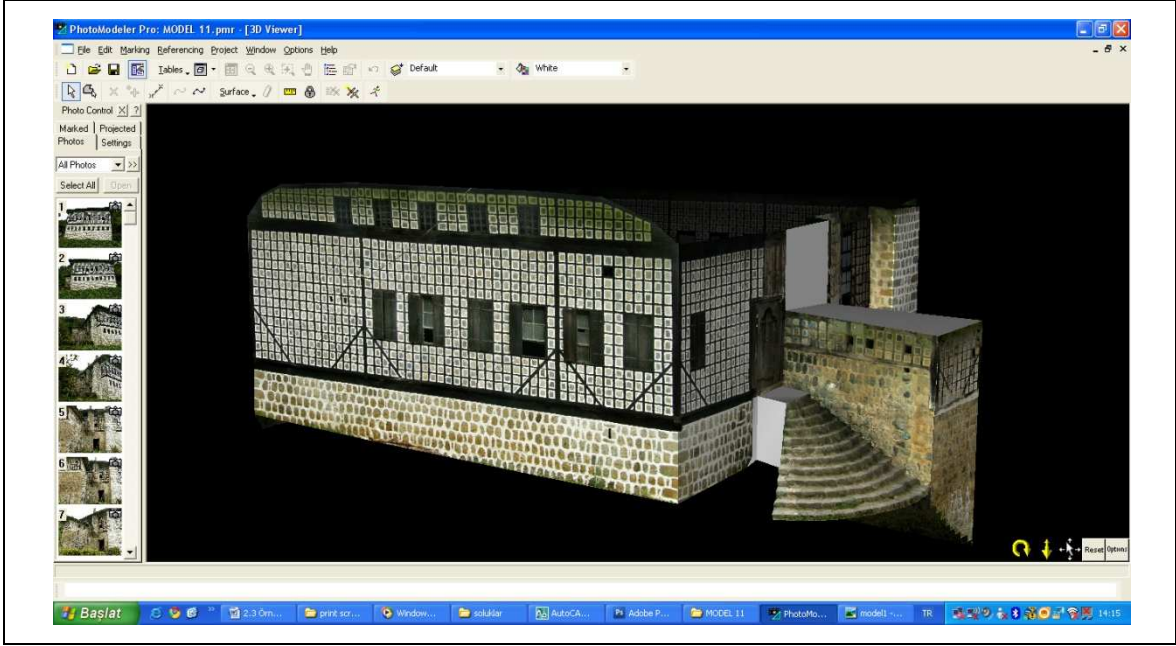
Şekil 62. “Shaded” olarak yüzey kaplaması yapılmış model.

Model üretiminin son aşaması olarak “wireframe” model üzerinde oluşturulan yüzeylere, fotoğraflar üzerinden realistik doku atamaları yapılmıştır. Bunun yapılabilmesi için öncelikli olarak, oluşturulan her bir yüzey için, yansıtacağı realistik dokuyu hangi fotoğraftan alacağını tanımlandığı, o yüzeye özgü yeni bir materyal tanımlaması yapılmıştır. Daha sonra oluşturulan bu materyaller Edit / Property Cahanger komutuyla, her bir yüzey tek tek seçilerek, doku kaplaması olarak atanmıştır (Şekil 63).

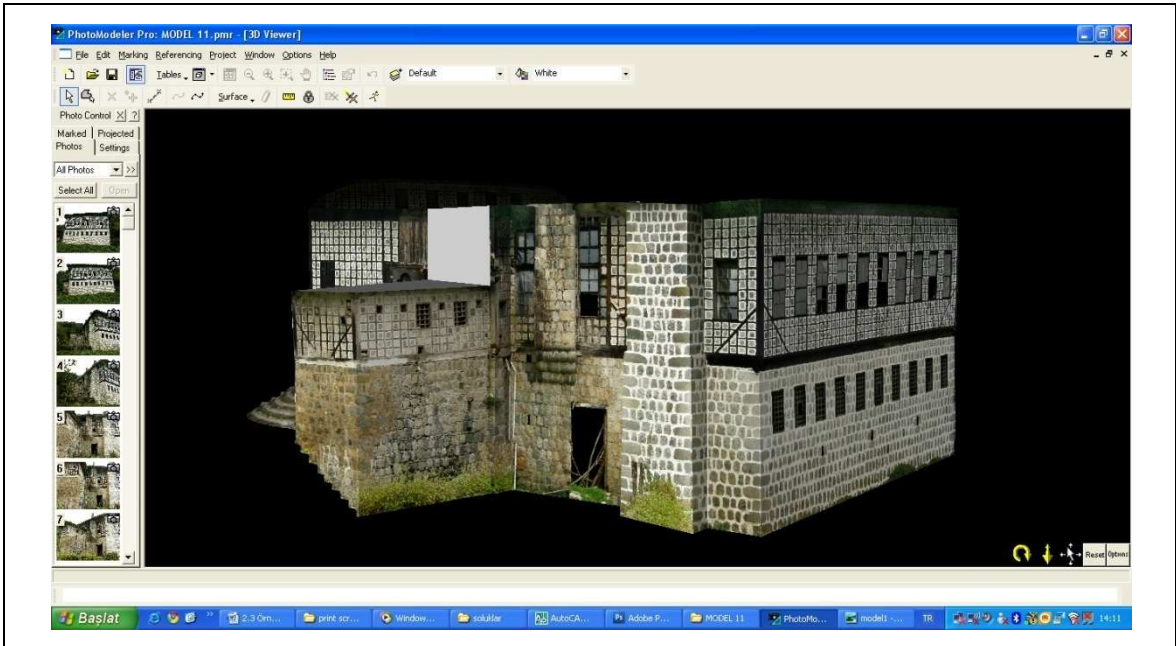


Şekil 63. Yüzeyler için, yansıtacağı realistik dokuyu hangi fotoğraftan alacağını tanımlandığı materyal oluşturulması (Bu tabloda “surface20” yüzeyi için 8 no’lu fotoğraf kaynak gösterilmiştir).

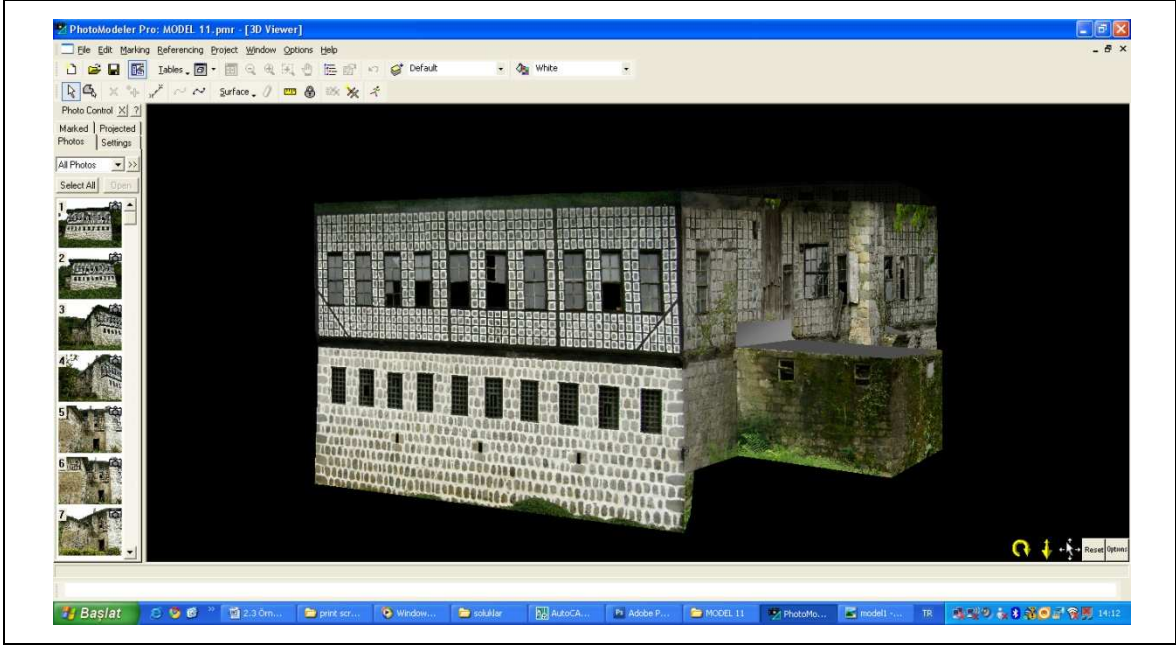
Sonuç ürün olarak elde edilen model, fotoğraflar üzerinden realistik dokularının kaplandığı, gerçek görünüme çok yakın, ölçüleri itibariyle, fotogrametrik rölöve yönteminin hassasiyet kabiliyeti oranında gerçeğiyle bire bir ve daha sonra yapılacak her türlü ölçü alma yada restorasyona yönelik grafiksel dokümanın üretilebileceği üç boyutlu bir model olmuştur (Şekil 64, 65, 66, 67).



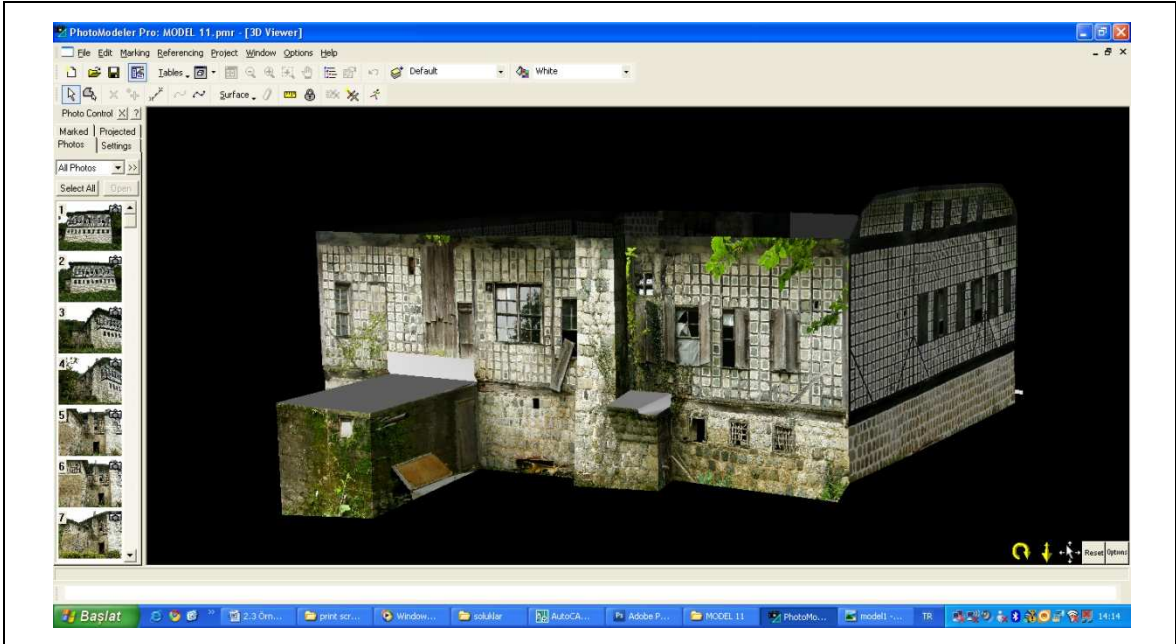
Şekil 64. Realistik dokusuyla modelin güneydoğudan perspektif görünüşü.



Şekil 65. Realistik dokusuyla modelin kuzeydoğudan perspektif görünüşü.



Şekil 66. Realistik dokusuyla modelin kuzeybatıda perspektif görünüşü.



Şekil 67. Realistik dokusuyla modelin güneybatıdan perspektif görünüşü.

2.8.3. Cephe Ortofotolarının Üretilmesi

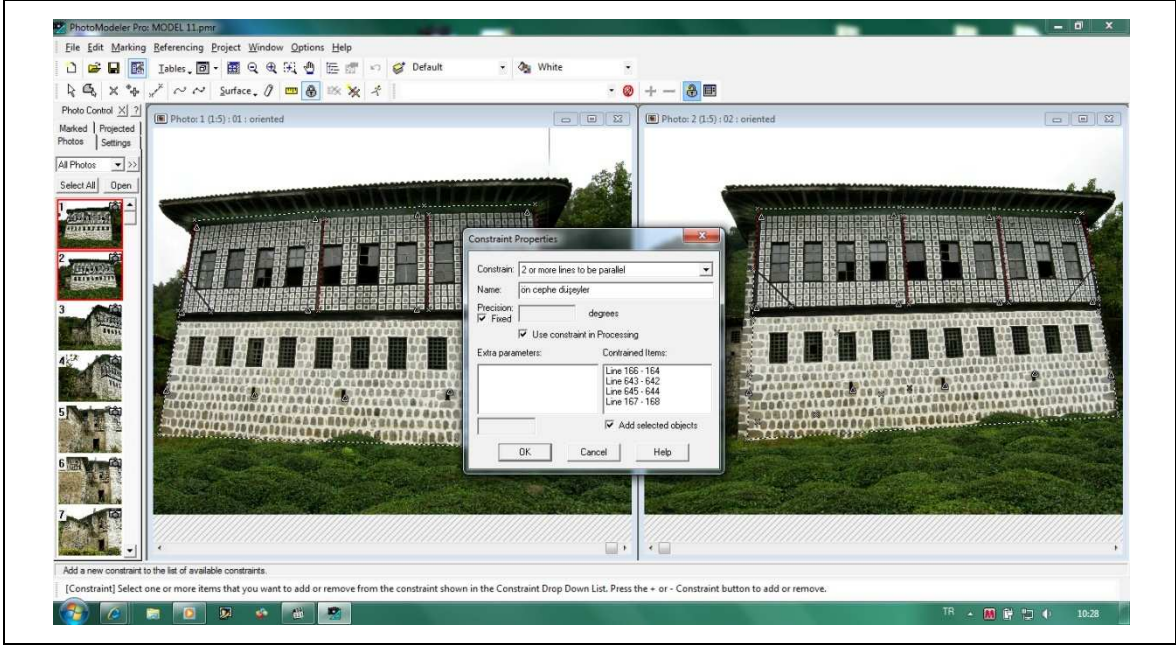
Model oluşturulduktan sonra, elde edilen modelin istenilen amaca yönelik kaynak olarak kullanılması söz konusudur. Bu çalışmada, mimarlık mesleğinin kullanabileceği

nitelikte cephe rölövelerinin CAD ortamında üretilmesi hedeflenmiştir. Zira 3D model, bu haliyle, tezde amaçlandığı üzere bir restorasyon projesi hazırlamak için kullanılmaya elverişli değildir. Rölöve-restorasyon alanında teknik bir çalışmanın yürütülebilmesinin en temel şartı, projelendirilecek konuya ait ortografik çizimlerin elde edilmesi gereğidir. Photomodeler yazılımı, bu amaca yönelik olarak, üretilen 3D model üzerinden, dört temel yönden (front, back, left, right) ortofoto görüntüler oluşturabilmektedir. Daha sonra bu ortofoto görüntüler, herhangi bir CAD yazılımına alınarak, üzerinden istenilen çizimler yapılabilmektedir.

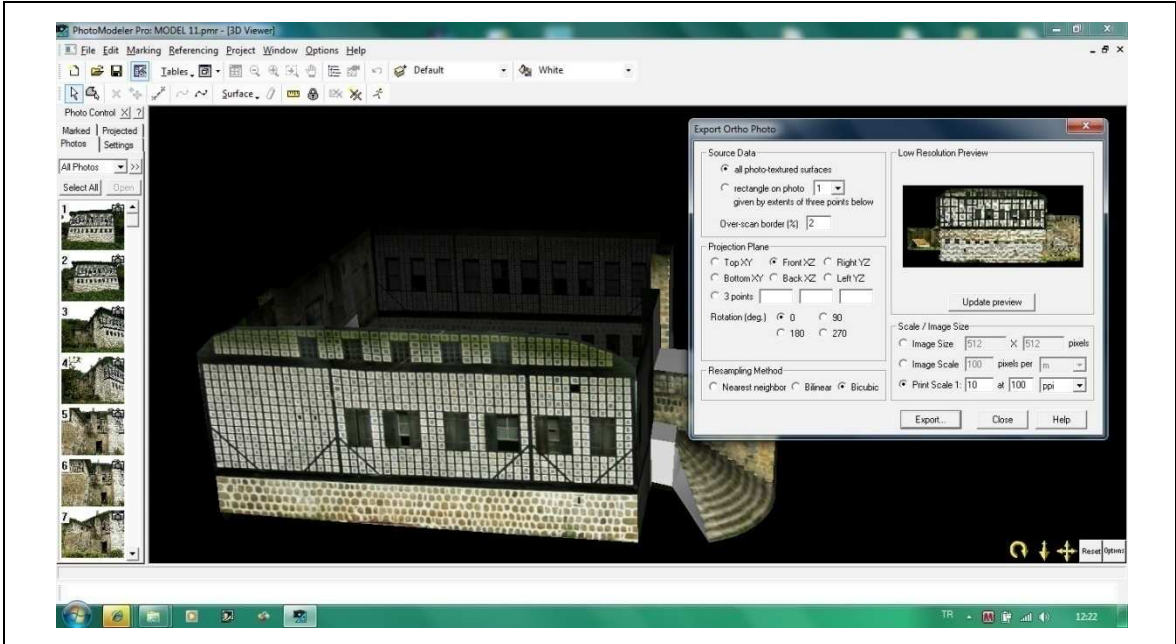
Yapılan çalışmada, modeli üretilen tarihi konağın, dört temel yönden ortofoto görüntüleri “export” edilmiş ve AutoCAD yazılımına alınarak, konağın cephelerinin ortografik çizimleri oluşturulmuştur (Şekil 69, 70, 71, 72, 73).

Photomodeler yazılımında ortofoto görüntü hazırlamadan önce “constraint” işlemi yapılmıştır (Şekil 68). “Constraint” ile cephe üzerinden nokta yada doğru parçaları “birbirine paralel”, “birbiriyle aynı düzlemde”, ya da “birbirine dik” gibi çeşitli tanımlamalarla birbirleriyle ilişkilendirilmektedir. Bu işlem ortofoto oluşturmada, zorunlu bir adım olmamasına karşın, elde edilecek görüntünün daha kaliteli olması açısından önerilmektedir [48]. Yapılan çalışmada da, model oluşturulurken, jeodezik ölçüm aletiyle cepheler üzerinden, homojen bir şekilde alınmış koordinatların kullanılmış olması, “constraint” işlemini çok gerekli olmaktan çıkarmıştır.

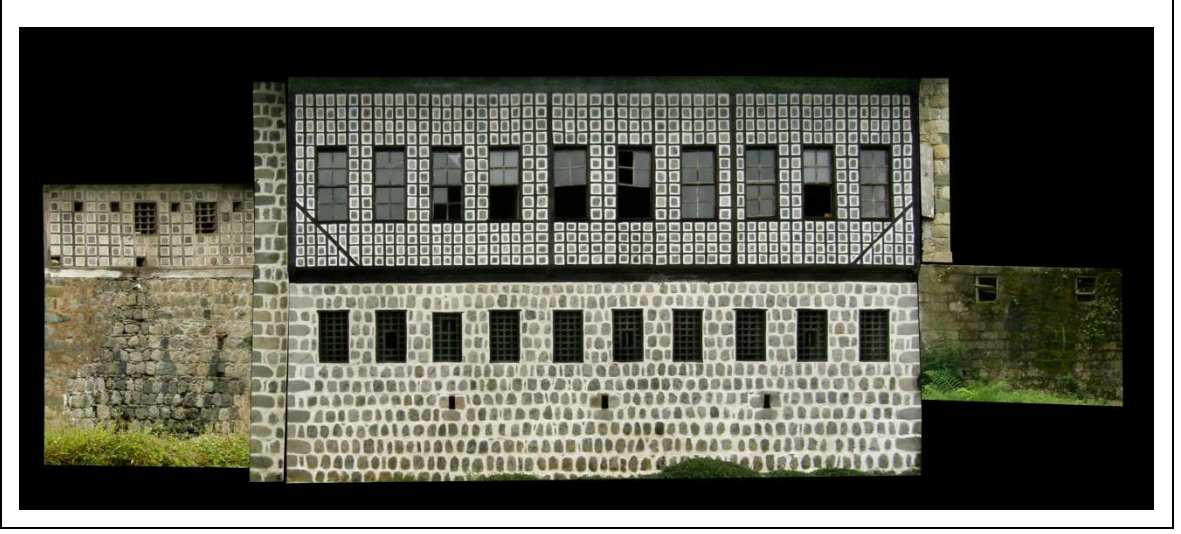
Ortofotoların da üretilmesi, fotogrametrik yöntemler kullanılarak, tarihi konağın cephe rölövelerinin üretilmesi sürecinin son adımını oluşturmuştur. Bu noktaya kadar yapılan uygulamalar, Photomodeler yazılımı bünyesinde, fotogrametrik esaslar doğrultusunda yürütülmüştür. Bundan sonraki adımlar ise Mimarlık ve restorasyon pratiklerinin ihtiyaç duyacakları görsel materyali oluşturmak amacıyla AutoCAD yazılımı aracılığıyla yürütülmüştür.



Şekil 68. “Constraint” işlemiyle birbirine paralel düşey hatların ilişkilendirilmesi.



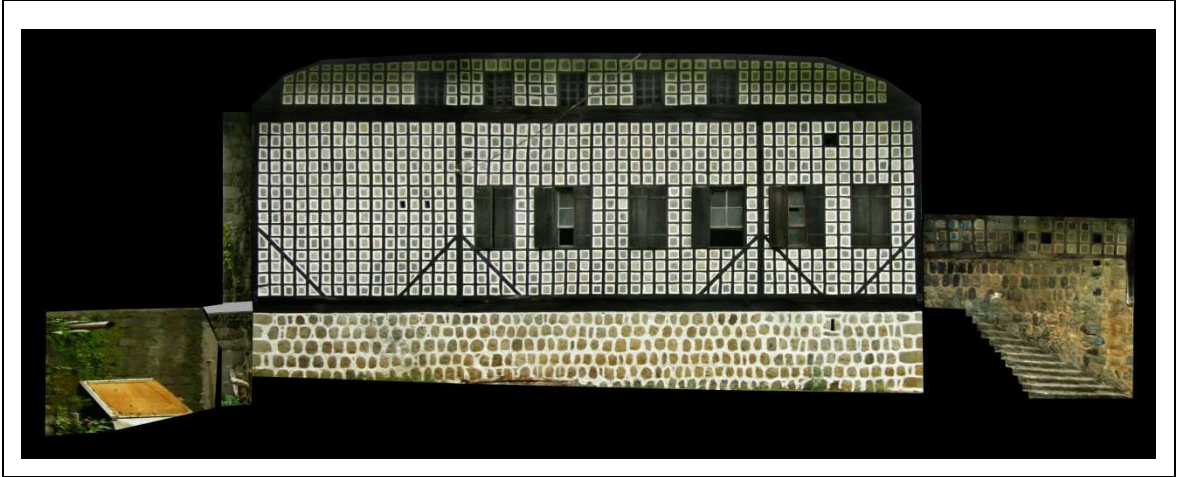
Şekil 69. Güney cephesine ait ortofotonun “export” edilmesi.



Şekil 70. Kuzey Cepheye ait ortofoto görüntü.



Şekil 71. Batı cepheye ait ortofoto görüntü.



Şekil 72. Güney cepheye ait ortofoto görüntü.

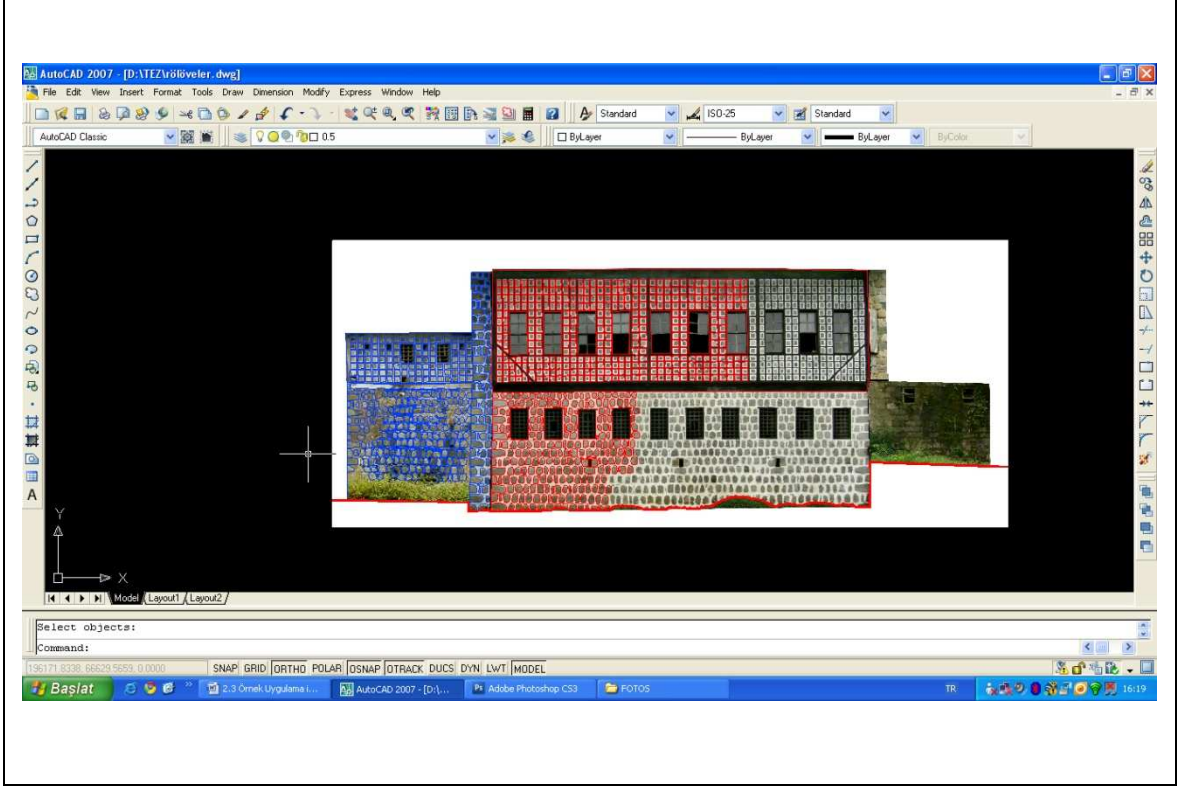


Şekil 73. Doğu cepheye ait ortofoto görüntü.

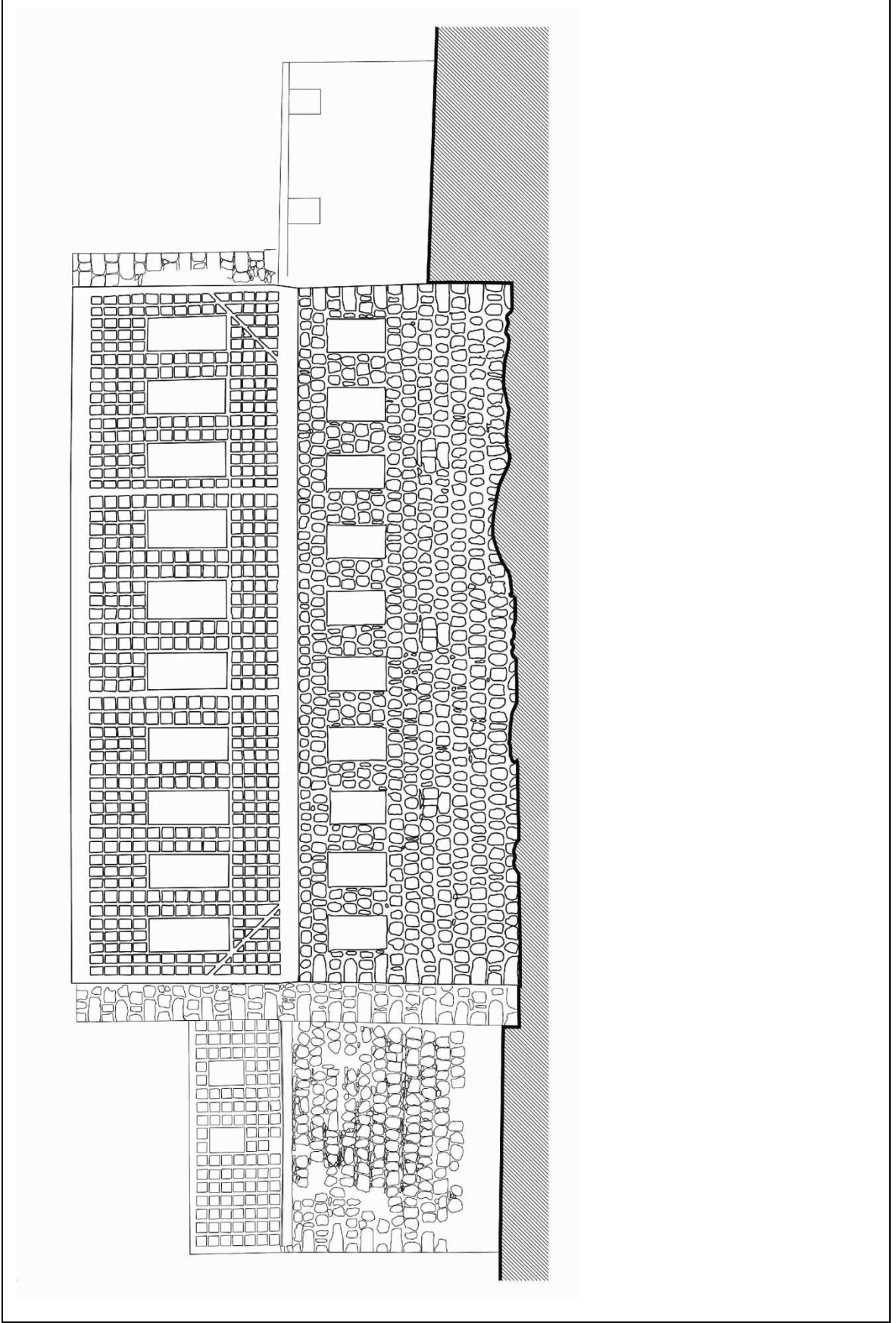
2.9. Ortofoto Görüntülerin Cephe Rölöveleri İçin Kullanılması

Fotogrametrik değerlendirilmenin son basamağı olarak üretilen ortofoto görüntüler, bu aşamada “Insert / Raster Image Reference” komutuyla AutoCAD yazılımına alınarak, üzerlerinden rölöve çizimleri üretilmiştir (Şekil 74,75, 76, 77, 78). Bu adım aynı zamanda “raster” yapıdaki görsel verinin “vektörel” veri yapısına dönüştürüldüğü aşamadır. Diğer taraftan AutoCAD yazılımı, raster veri ve vektörel veriyi üst üste çakışık bir şekilde

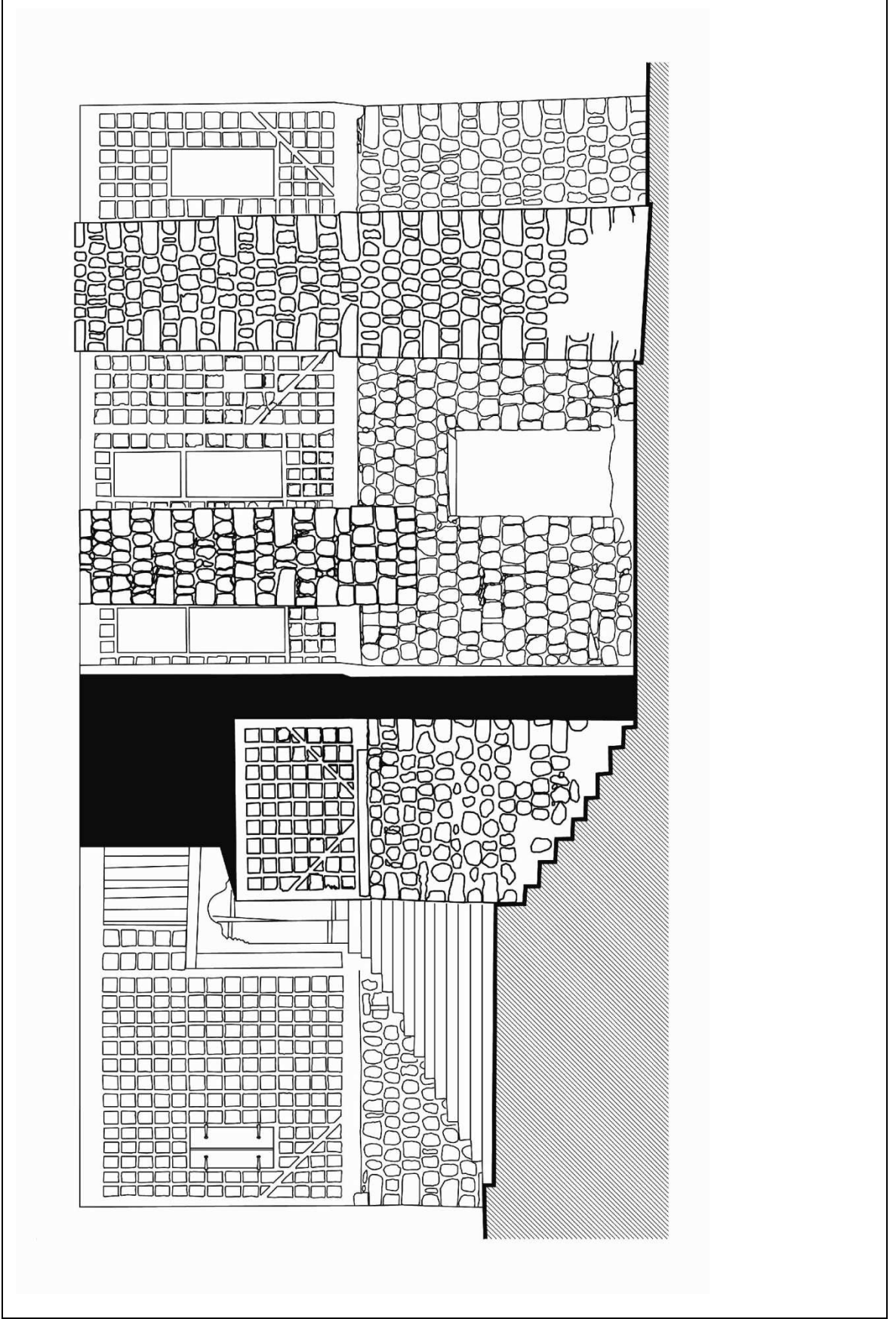
kullanmaya da müsade etmektedir. Bu şekilde, üst katmanda vektörel çizimlerin, zeminde de raster yapıdaki ortofotoların bulunduğu; hem her türlü teknik veriyi, hem de, çizimi yapılan cepheye ait gerçekçi yüzey dokusunu içeren ölçekli görsel dokümanların üretilmesi mümkün olmuştur (Şekil 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86).



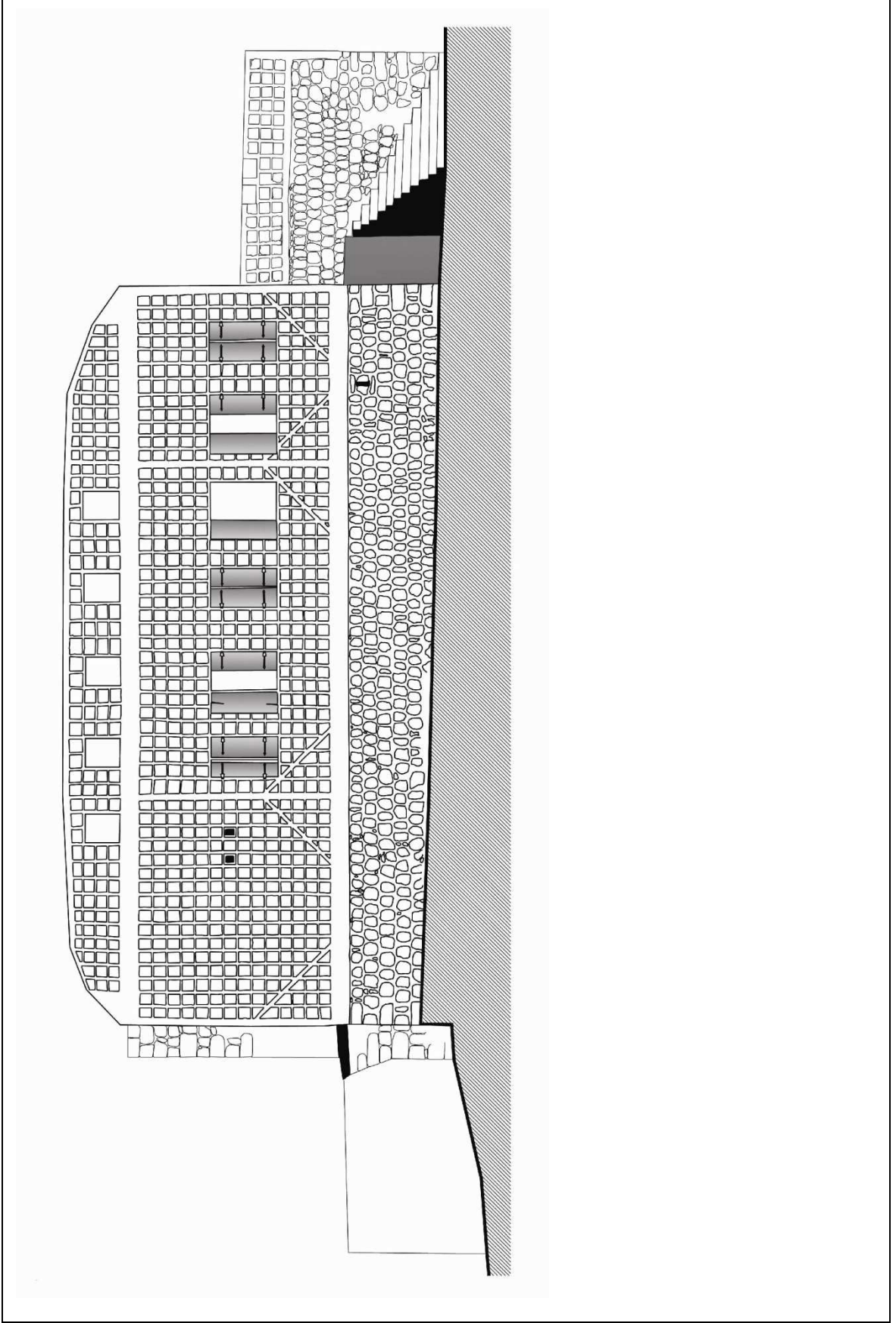
Şekil 74. AutoCAD yazılımında rölöve çizimlerinin yapılması.



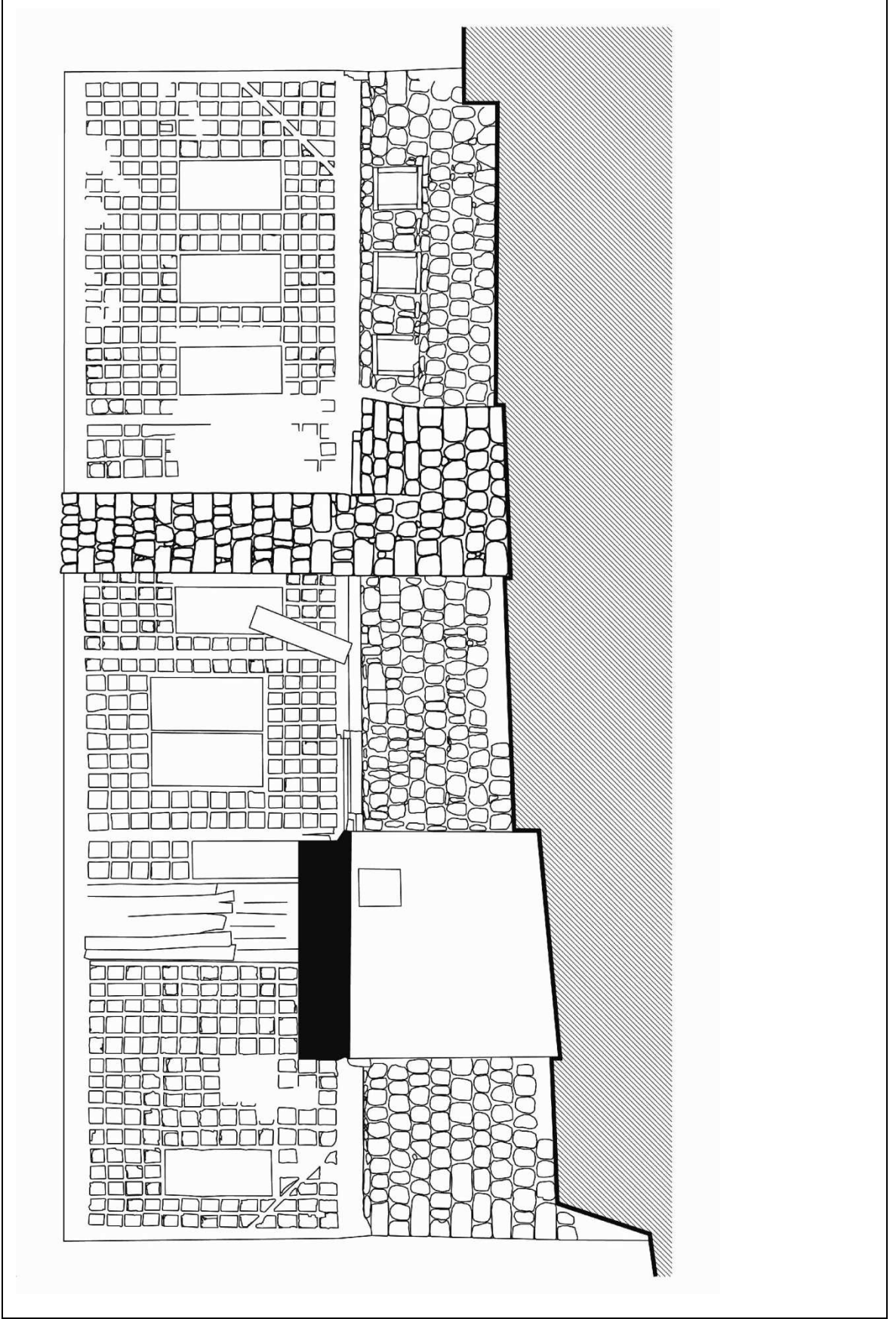
Şekil 75. Kuzey cepheye ait rölöve çizimi.



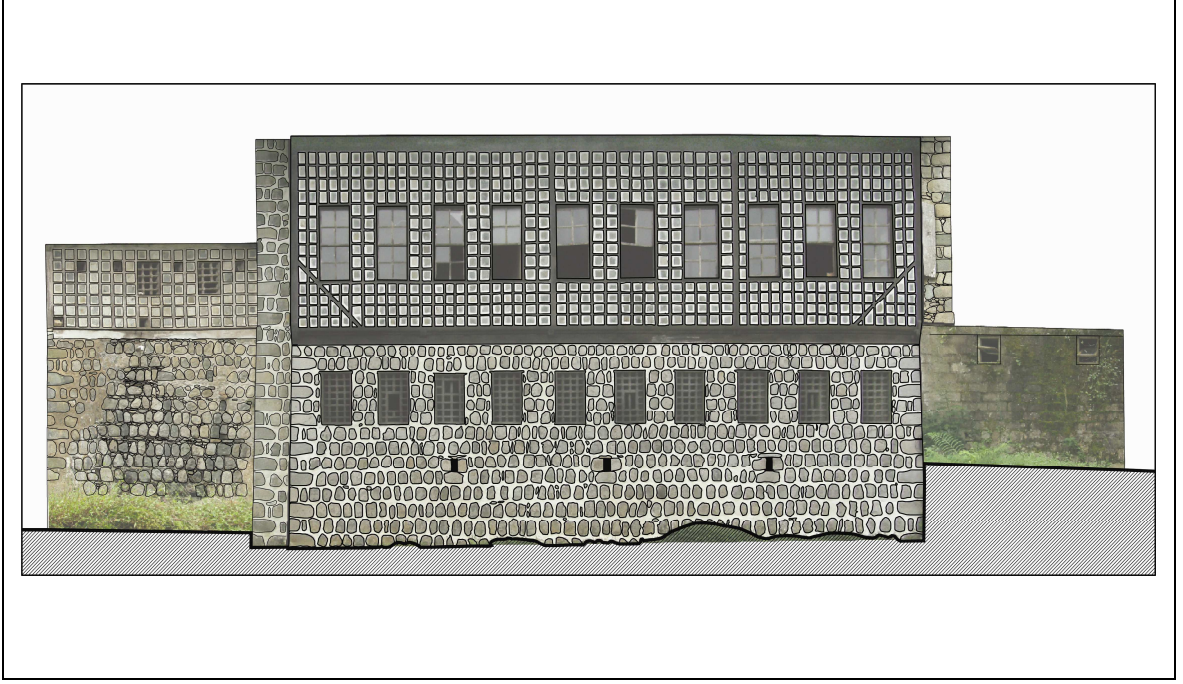
Şekil 76. Doğu cepheye ait rölöve çizimi.



Şekil 77. Güney cepheye ait rölöve çizimi.



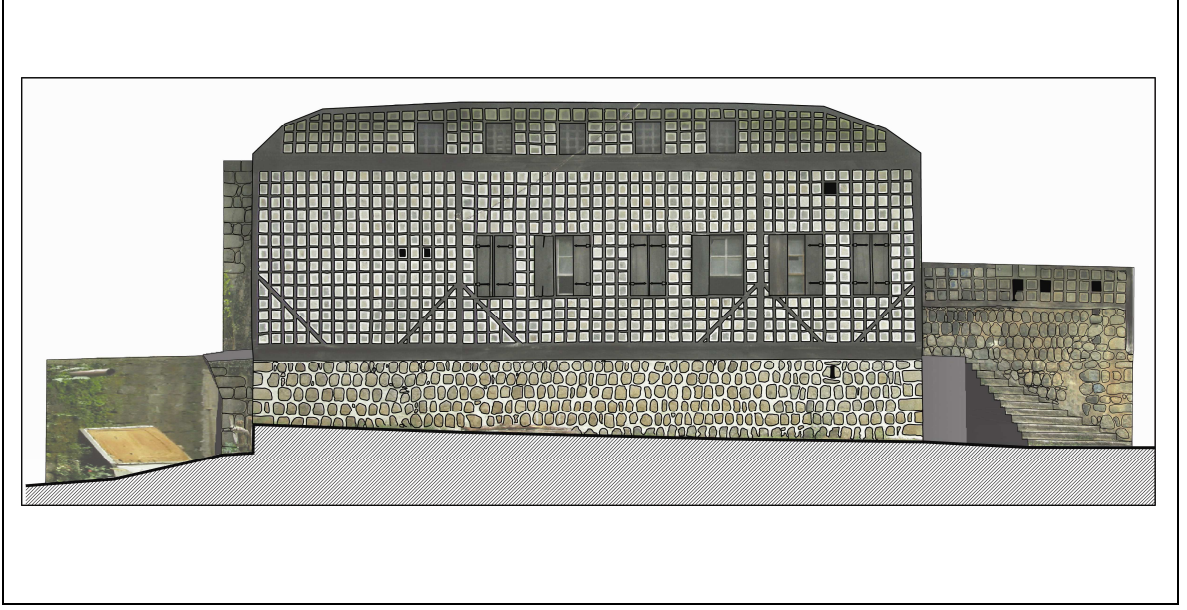
Şekil 78. Batı cepheye ait rölöve çizimi.



Şekil 79. Kuzey cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.



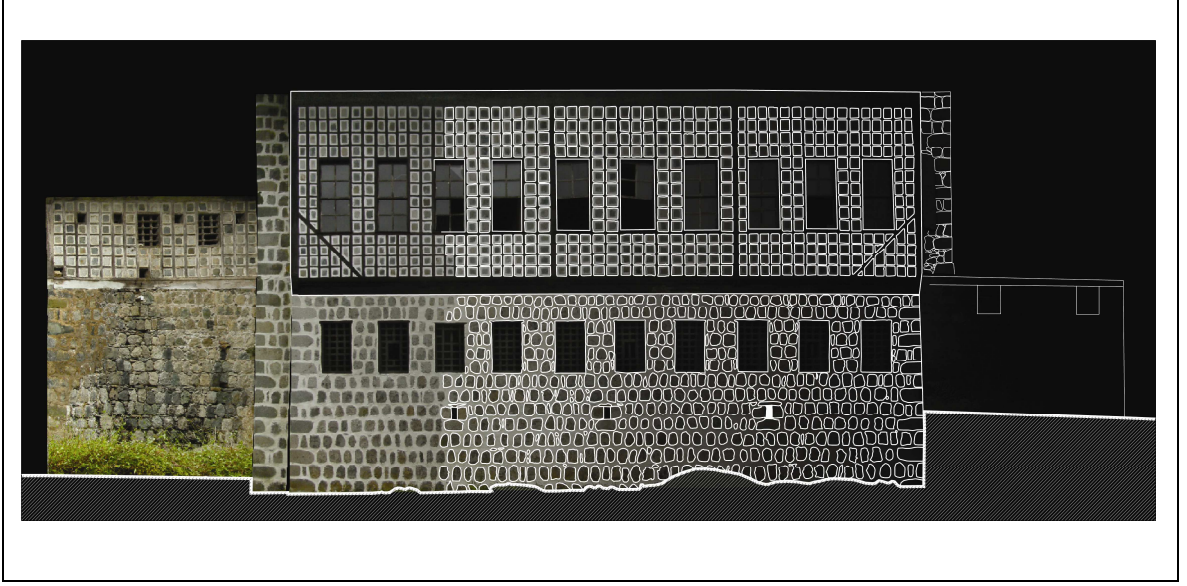
Şekil 80. Doğu cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.



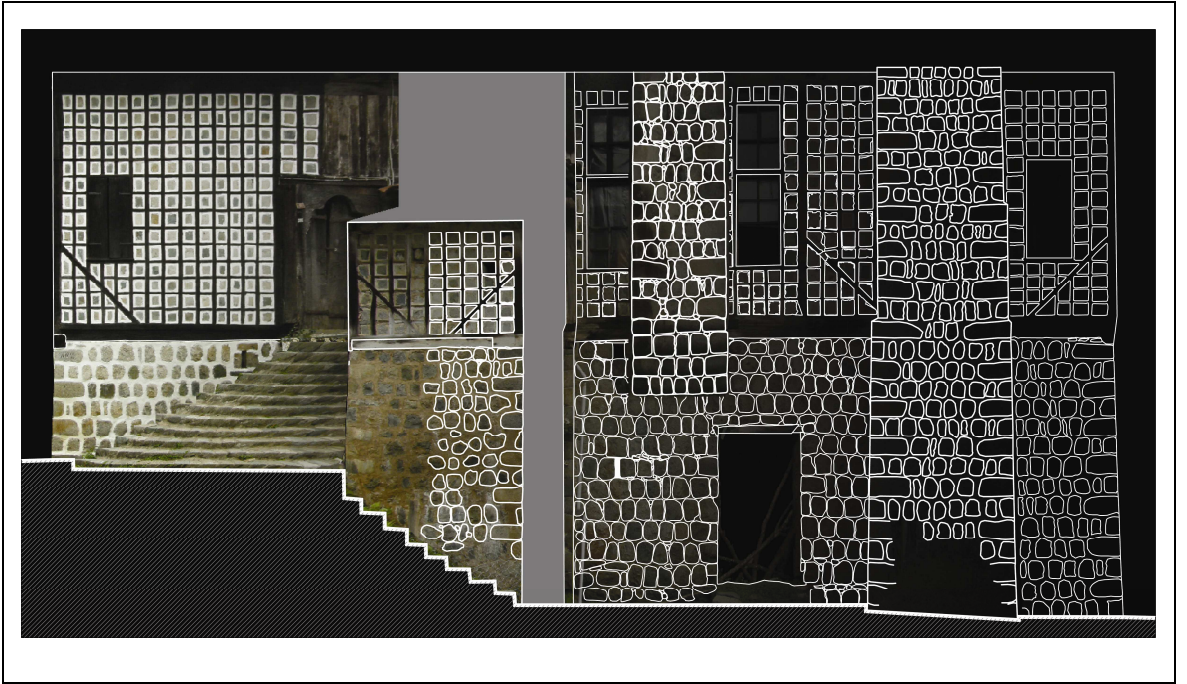
Şekil 81. Güney cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.



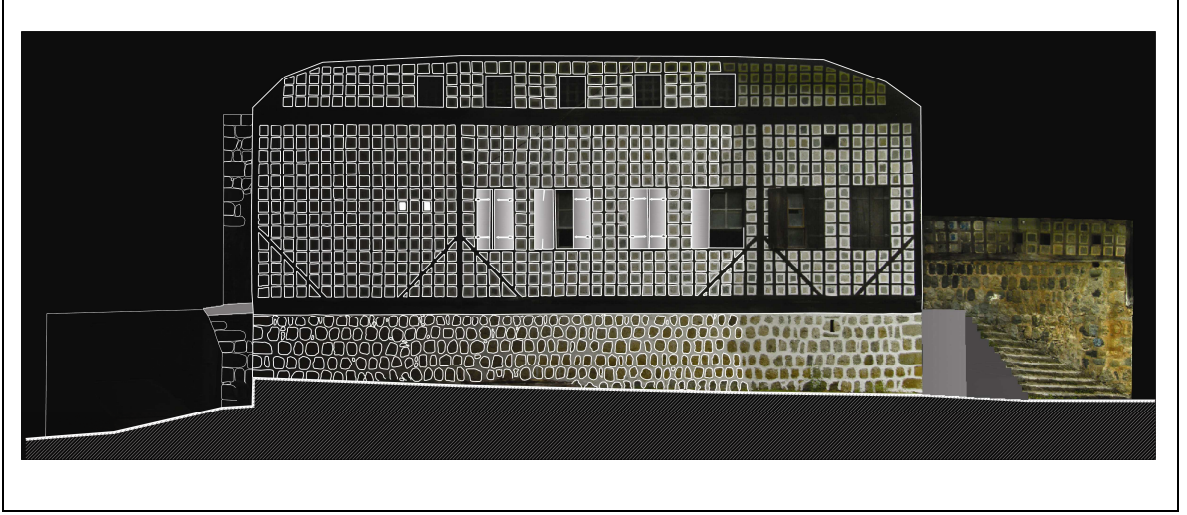
Şekil 82. Batı cepheye ait çakışık halde ortofoto görüntü ve ortografik çizimler.



Şekil 83. Kuzey cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.



Şekil 84. Doğu cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.



Şekil 85. Güney cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.



Şekil 86. Batı cephesine ait ortofoto görüntü ve ortografik çizimler birlikte.

3. BULGULAR VE İRDELEME

Yapılan çalışma, giriş bölümünde belirlenen problemler ve ulaşılmaması hedeflenen amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Uygulama süresince elde edilen bulgular ise şu şekilde sıralanabilir.

Fotoğraf çekimi ve jeodezik ölçüm esnasında, tarihi konağın çevresinin yeterli bir görüş alanı sağlayacak şekilde açık olmasının, projenin sağlıklı ve seri yürütülmesi açısından son derece önemli olduğu görülmüştür. Bu konuda özellikle konağın batı cephesindeki bitki dokusu ve ağaçlar, istenilen açılardan fotoğraf çekimi ve ölçüm yapılmasını engellemiştir (Şekil 87). Bunun bir sonucu olarak da, örneğin kuzey cephe yalnızca 2 adet fotoğrafla modellenenbilmişken, batı cephenin modellenenbilmesi için toplam 11 fotoğrafa gerek duyulmuştur.



Şekil 87. Konağın kuzey cephesini kapatan ağaçlar.

Fotoğraf çekimi konusunda yaşanan diğer bir problem de fotoğrafı hiçbir açıdan çekilemeyen yüzeylerin kalmış olmasıdır (Şekil 88). Doğu ve batı cephelerdeki, konağın ana kütesine takılan eklentilerden dolayı, eklentilerin hemen üstüne gelen bölümler, fotoğraflanamamıştır. Bu durum aynı şekilde çatı için de geçerlidir. Teknik olanakların yetersizliğinden dolayı çatının fotoğraflanması mümkün olamamıştır. Aynı şekilde, konağın batı cephesindeki, cephe yüzeyine bitişik bir şekilde dışarıdan yükselen baca çıkıntısının yan yüzeylerinin iki farklı açıdan fotoğraflanması, konağın büyüklüğü ve kütle formunda

dolayı mümkün olamamıştır. Bunun sonucu olarak da o baca ancak takılı olduğu cepheyle hemzemin olarak modellenebilmiştir (Şekil 89).



Şekil 88. Cephede fotoğraflanamayan yüzeyler.



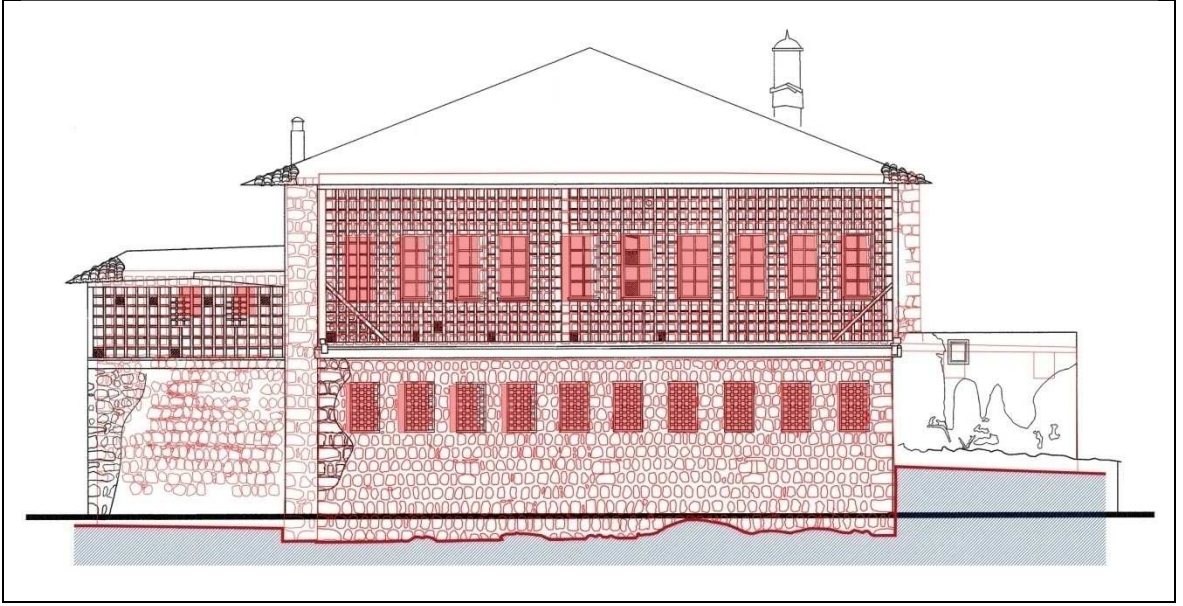
Şekil 89. Yan yüzeyleri modellenemeyen baca.

Uygulamada karşılaşılan bir diğer güçlük de modeli oluştururken kullanılan fotoğrafların pozlama ve ışık değerlerindeki farklılıklardır. Bu durum model üretildiğinde, özellikle bir cephede birden fazla fotoğraf kullanılması durumunda belirgin derecede dikkat çekici olmaktadır. Yapılan çalışmada parlaklık sorunu, fotoğraflar, Photomodeler yazılımına alınmadan önce, Photoshop CS3 fotoğraf düzenleme yazılımı ile renk ayarları yapılmıştır. Aslında genel olarak parlaklık (brightness) ayarları Photomodeler yazılımı içerisinde de yapılabilmektedir ancak, Photoshop, bir fotoğraf üzerinde farklı bölgeler için

farklı ışık ayarları yapabilmeye imkan tanımaktadır. Örneğin genel parlaklık değeri uygun olan bir fotoğrafın, yalnızca gölgede kalmış bazı bölümleri için renk ayarı yapmak mümkün olabilmiştir.

Değerlendirme aşamasında model üretilirken ortaya çıkan önemli bir nokta da, çekilen fotoğraf çiftleri arasında optimum çekim açısının bırakılmış olması gereğidir. Fotoğraflar birbirine yakın noktalardan çekilmişse, yani aralarında yeterli açı yoksa, bazı zaman fotoğraf kullanılamamakta, kullanılabildiği takdirde de, yöneltmedeki hata oranı yükselmektedir. Bu durum aslında, ölçümü yapılan konunun genel formu ve etrafının fotoğraf çekimine elverişli olup olmayışıyla da doğrudan ilintilidir.

Uygulama sonunda, fotogrametrik rölöve alım yöntemiyle, geleneksel rölöve alım yöntemini daha somut kıyaslayabilmek adına, elde edilen cephe rölöveleriyle, yine ölçümünü yapılan tarihi konağın, daha önce geleneksel yöntemlerle alınmış rölövesi üst üste karşılaştırılarak irdelenmiştir (Şekil 90).



Şekil 90. Kuzey cephe için, geleneksel yöntemle ve fotogrametrik yöntemle alınmış rölövelerin üst üste çakışık gösterimi (Alt katmandaki siyah renkli rölöve geleneksel yöntemlerle; üst katmandaki kırmızı renkli rölöve fotogrametrik yöntemlerle elde edilmiştir). [48]

İki rölöve yakından incelendiğinden şu farklar görülmektedir :

- Geleneksel rölövede, insan boyunun eriştiği yükseklik hattı boyunca ölçü alındığı ve konağın üst kotlarının da alınan bu ölçüye göre, çizildiği görülmektedir. Bu durum, yapının üst kısımlarındaki eğilmelerin yada ölçü farklarının göz ardı

edilmesine neden olmuştur. Fotogrametrik rölövede ise bu kısımların gerçeğe yakınlığı değerlendirme aşamasında elde edilen hata oranı kadardır.

- Geleneksel rölövede, genel olarak yapının dış ölçüleri baz alındığı için, cephe yüzeyinin iç kısımlarına denk gelen bazı elemanların (pencereler ve taş dokusu gibi) fotogrametrik rölöve baz alındığında, gerçek yerlerinde olmadığı görülmektedir.
- Diğer cephelerden konağın ana kütesine eklenen ve, görünüşe giren kısımların, geleneksel rölövede ana kütleyle doğru kottan bağlanmadığı görülmektedir.
- Geleneksel rölövede cephe yüzeyindeki taş dokusunun bütünüyle ve gerçeğine uygun olarak çizilmesi mümkün olamamış, çizilenler de temsili olarak kalmıştır.
- Fotogrametrik rölövede, fotoğraflarının çekilmesi mümkün olamadığından çatı çizilememiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Rize İli'nin Fındıklı İlçesi, Çağlayan Köyü'nde, tarihi Şevket Bey Konağı seçilerek, fotogrametrik yöntemlerle ölçülmüştür. Yöntem, ölçümü yapılacak yapının fotoğraflarının çekimini, jeodezik ölçümünü ve bu verilerin PC ortamında değerlendirilmesini içermektedir. Uygulama sonunda tarihi konağın foto-modeli üretilmiş ve model üzerinden cephelerin ortofoto görüntüleri elde edilerek rölöveler hazırlanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda varılan sonuç ve öneriler şu şekilde sıralanabilir.

- Fotogrametrik yöntemler, rölövelerdeki hata oranını çok büyük oranda düşürmektedir. Geleneksel yöntemle kıyaslandığında, yakalanan hassasiyet derecesinin, ölçümü yapılan bütün cephe için aynı olması da son derece önemlidir. Zira geleneksel rölöve alım yönteminde, ölçümü direkt olarak yapılan hatlar dışında kalan bölümler (“insan boyunun yetişemediği üst katlar” vs.), çeşitli kabuller (“düşey doğrultuda”, “birbirine paralel”, “birbirine dik” vs.) doğrultusunda tamamlanmakta, dolayısıyla, çoğu zaman bu kısımlardaki eğilmeler, deformasyonlar ve ölçü farkları tespit edilememiştir. Fotogrametrik rölövede böyle bir durum söz konusu olmamıştır.
- Geleneksel rölöve yöntemlerinde cephe üzerinde ulaşılması güç noktalar söz konusu iken, fotogrametrik rölövede, yöntemin uygulanış doğası gereği böyle bir problem oluşmamıştır. Ancak fotogrametrik rölövede de, değerlendirmenin fotoğraflar üzerinden yapıyor olmasından dolayı, fotoğraf çekimi için, tarihi konak çevresinde yeterli görüş açıklığına sahip bakış noktalarına ihtiyaç duyulmuştur. Konağın batı cephesinin ağaç ve çeşitli bitki dokusuyla kısmen kapatılmış olması, yöntemin bu cephede uygulanışını güçleştirmiştir. Başarılı bir fotogrametrik rölöve uygulaması için her zaman uygun görüş açıklığına sahip çekim noktaları bulma gerekliliği, yöntemin, kimi durumlarda uygulanabilirliğini kısıtlayan olumsuz bir yönü olarak değerlendirilebilir.
- Fotogrametrik rölöve yöntemlerinin kullanılmasıyla, arazi çalışması için geçirilen süre kısalmıştır. Yapılan uygulamada, arazi çalışması için geçirilen süre yaklaşık bir buçuk saat kadar sürmüştürken aynı iş geleneksel yöntemlerle altı saat kadar sürmüştür. Bu durum proje maliyetinin azalmasını da beraberinde getirecektir.

Yapılan uygulamada, arazi çalışması, her iki yöntemle de bir güne sığan işler oldukları için, fotogrametrik yöntemin proje maliyetine yapacağı olumlu etki hissedilememiştir ancak, arazide geçirilen süreyle doğru orantılı olarak, proje maliyetinin azalacağı açıktır.

- Değerlendirmenin fotoğraflar üzerinden yapılıyor olması fotoğraf kalitesini son derece önemli kılmıştır. Fotoğraf kalitesi ise, kullanılan kameranın çözünürlük değeri ve renk doygunluğuyla doğrudan ilintilidir. Hassas bir değerlendirmenin yapılabilmesi için yüksek çözünürlüklü ve görüntü kalitesi yeterli kameralar temin edilmelidir.
- Fotogrametrik rölöve alımındaki bütün değerlendirme adımları tamamen dijital ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, çizim ve dijital ortofotolar üst üste çakıştırılarak zengin anlatım araçları üretilebilmiştir. Elde edilen sonuç görseller geleneksel bir ortografik çizim olmanın ötesinde, malzeme, bozulma, deformasyon gibi cephe yüzeyine ait birçok bilgiyi de içermiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Turan M. H., Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişmelerin Değerlendirilmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 19, 1 (2004) 43-50.
2. Duran Z. ve Toz. G., Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Olarak Belgelenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine Aktarılması, İTÜ Dergisi / d, 2, 6 (2003) 19-30.
3. Duran Z. ve Toz. G., Tarihi Eserlerin Fotogrametrik Yöntemle 3D Modellenmesine Örnek, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Ekim 2002, Konya.
http://www.harita.selcuk.edu.tr/arsiv/semppdf/403_410.pdf, 12.06.2009
4. Yastıklı N. ve Alkış Z., Documentation of Cultural heritage by using digital close range photogrammetry, CIPA 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/13.pdf>, 12.06.2009
5. Pomaska G, Turan M. ve Yaka F., Close-Range Photogrammetry Applied to Architectural Restoration, Bielefeld University of Applied Sciences, 5th International Symposium, March 2006, Berlin.
http://www.divide-by-zero.com/publikationen/pomaska_turan_yaka.pdf, 09.06.2009
6. Yılmaz H.M., Karabörk H. ve Yakar M., Yersel Fotogrametrinin Kullanım Alanları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4, 1 (2000) 18-20.
7. Yakar M. ve Ulvi A, Antik Tiyatroların Fotogrametrik Rölöve Planlarının Uçurtma Fotoğrafları İle Çıkarılması ve Knidos Antik Tiyatro Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Mayıs 2009, Ankara.
http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/2a1e34d86293cb1_ek.pdf, 02.05.2009
8. Yılmaz H.M., Yakar M., H., Karabörk H. ve Bayrak T., Digital Yersel Fotogrametri İle Hacim Hesabı, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Kasım 2005, İstanbul.
<http://www.harita.ktu.edu.tr/bayrak/Yayinlar/muh%20olc%202005%20haci.pdf>, 09.06.2009
9. Martin M., Iglesias F.J., Rodrigo H. ve Hernandez S., Integration of Close Range Photogrammetry And Topographic Measurements To Get The Tridimensional Model Of Complex Sculpture, Cipa 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/78.pdf>, 09.10.2009
10. http://www.iwitnessphoto.com/solution/iwitness_at_nhsp.pdf, 11.07.2009

11. Jordan P., Willneff J., Apuzzo N.D., Weishaupt M., Wistner T. ve Auer J., Photogrammetric Measurement of Deformations of Horse Hoof Horn Capsules, Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement, Proceeding of SPIE, 4309 (2001) 204-211.
<http://www.photogrammetry.ethz.ch/research/ptv/video01.pdf>, 14.08.2009
12. Tunçay F., Yakın Resim Fotogrametrisinde Kullanılan Steroskopik Resim Çekme Yöntemlerinin Değerlendirme ve Nokta Duyarlılıklarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006.
13. Tunç E., Yakın Resim Fotogrametrisinde Ağ Tasarımı ve Optimizasyonunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
14. <http://www.tpub.com/content/nasa2001/NASA-2001-cr211244/NASA-2001-cr2112440022.htm>, 15.07.2009
15. Atkinson K.B., Close Range Photogrammetry and Machine Vision, Whittles Publishing, Scotland, UK, 1996.
16. Erden Ö., Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntüleri İle Dijital Ortofoto Üretimi ve Kentsel Gelişimin İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
17. Kraus K., Fotogrametri Cilt 1, Fotoğraflardan ve Lazer Tarama Verilerinden Geometrik Bilgiler, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2007.
18. Asri İ., Esen Ö., Çorumluoğlu Ö., Kalaycı İ. ve Karauğuz G., Tanıtım ve Turizm Amaçlı 3B Model Destekli Tarihi Mekanlar Bilgi Sistemi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ekim 2007, Trabzon.
http://www.cbs2007.ktu.edu.tr/bildiri/S_38.pdf, 21.11.2009
19. Tutkun M., Tarihi Binaların Bilgisayar Destekli Rölöve Alımları ve Modellemeleri Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
20. Ayhan E., Dönel Yüzeylerin Yakın Resim Fotogrametrisi Yöntemleriyle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
21. Tsioukas V., Simple Tools for Architectural Photogrammetry, XXI International Cipa Symposium, September 2007, Greece.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP140.pdf>, 29.06.2009
22. Ergün B., Yakın Resim Fotogrametrisinde Metrik Olmayan Dijital Kamera Kullanılarak İnsan Yüzünün Sayısal Yüzey ve Kabartma Modelinin Elde Edilmesi, Hrt.Gn.K.lığı, Harita Dergisi, 133 (2005) 27-42
23. Uluengin M.B., Rölöve, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, 2002.

24. Ahunbay Z., Tatihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, 2007.
25. Kulur S., Atlan M.O., Duran Z. ve Kardas Y., Documentation of the Silhouette Changes of Istanbul using Digital Photogrammetric Methods, CIPA 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/166.pdf>, 21.11.2009
26. Yakar M., Yildiz F., Yilmaz H.M., Ulvi A., Karasaka L. ve Karabork H., Photogrammetric Silhouette Study and Sille Example, CIPA 2005 XX International Symposium, September 2005, Torino.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Torino2005/595.pdf>, 05.07.2009
27. Akbaylar İ. ve Hamamcıoğlu-Turan M., Documentation of a Vernacular House With Close-Range Digital Photogrammetry, CIPA XXI International Symposium, September 2007, Athens.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP010.pdf>, 29.06.2009
28. Yakar M. ve Yildiz F., Digital Photogrammetric Methods in Documentation of Cultural Heritages and Beysehir Example, CIPA 2005 XX International Symposium, September 2005, Torino.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Torino2005/590.pdf>, 29.06.2009
29. Ballabeni M., Ricciotti Angelillo D. ve Medde E., Practice for Built Environment Awereness: From Survey to 3D Modelling and Related Database, CIPA XXI International Symposium, September 2007, Athens.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP020.pdf>, 21.11.2009
30. Erwes H.J.B., Prado W.S., Silva A.G.R. ve Melo D.W.F., Valuation of Orthorectification by Use of Photomodeler Software, CIPA 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/75.pdf>, 25.11.2009
31. Pavelka K., Svatuskova J. ve Krolova V., Photogrammetric Documentation and Visualization of Choli Minaret and Great Citadel in Erbil/Iraq, CIPA XXI International Symposium, September 2007, Athens.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP113.pdf>, 09.10.2009
32. Biteli G., Gireli V.A., Marzialli M. ve Zanutta A., Use of Historical Images for the Documentation and the Metrical Study of Cultural Heritage by Means of Digital Photogrammetric Techniques, CIPA XXI International Symposium, September 2007, Athens, <http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP028.pdf>, 27.03.2009
33. Alby E., Grussenmeyer P. ve Perrin J.-P., Integration of Close Range Photogrammetric Surveys in the Design Process of Architectural Projects, CIPA 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/10.pdf>, 16.07.2009

34. Amorim A.L., Documenting Architectural Heritage in Bahai – Brazil Using Digital Technologies, CIPA XXI International Symposium, September 2007, Athens.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP013.pdf>, 05.07.2009
35. Batur A. ve Gür Ş.Ö., Doğu Karadeniz’de Kırsal Mimari, Milli Reasürans T.A.Ş., İstanbul, 2005.
36. Waldhausl P. ve Ogleby C., 3x3 Rules for Simple Photogrammetric Documentation of Architecture, Symposium of the ISPRS, March 1994, Melbourne.
<http://www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/wgv/3x3.htm>, 10.12.2008
37. Herbig U. ve Waldhausl P., APIS – Architectural Photogrammetry Information System, CIPA International Symposium, October 1997, Goteborg.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/goeteborg/97s023.pdf>, 27.03.2009
38. Yakar M., Yılmaz H. M. ve Mutluoğlu Ö., Hacim Hesaplamasında Lazer Tarama ve Yersel Fotogrametrinin Kullanılması, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita ve Teknik Kurultayı, Mayıs 2009, Ankara.
http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/d9756dc528560b6_ek.pdf, 24.06.2009
39. <http://www.ferris.edu/faculty/burtchr/sure340/notes/History.pdf>, 17.08.2009
40. Kocaman E., Fotogrametrinin gelişimi ve 21. Yüzyıl Başlarında Fotogrametri, Selçuk – Teknik Online Dergisi/ ISSN 1302- 6178, 1,3 (2001)
<http://www.gencharitaci.net/fotogrametrinin-gelisimi-ve-21-yuzyil-baslarinda-fotogrametri/>, 16.08.2009
41. Toz G. ve Duran Z., Documentation and Analysis of Cultural Heritage by Photogrammetric Methods and GIS: a Case Study, ISPRS Congress Istanbul 2004, July 2004, İstanbul.
<http://www.isprs.org/istanbul2004/comm5/papers/593.pdf>, 13.04.2009
42. Summers F., Atalan N., Aydın N., Başağaç Ö. ve Uçar G., Documentation of Archaeological Ruins and Standing Monuments using Photo-Rectification and 3D Modelling, CIPA 2003 XIXth International Symposium, September 2003, Antalya.
<http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/179.pdf>, 03.04.2009
43. <http://www.blm.gov/nstc/prodserv/ST134/pdf/Handout3CloseRange.pdf>, 11.06.2009
44. <http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/goeteborg/97s041.pdf>, 01.12.2009
45. Sağiroğlu Ö., Yersel Fotogrametrik Rölöve Ölçüm Tekniğinin Ömer Doruk Evi Örneği Üzerinde Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2004.
46. Hazan T., Tatar T. ve Uzunali M., 2004-2005 Bahar Dönemi Rölöve Uygulaması, KTÜ Mimarlık Bölümü Doğu Karadeniz Arşivi, Trabzon.

47. <http://www.geodetic.com/Downloadfiles/Basics%20of%20Photogrammetry.pdf>
10.12.2009
48. Photomodeler Pro 5.2.3, Eos Systems Inc, Help&Tutorial Videos, 2009.
49. Eruzun C., Doğu Karadeniz’de Serenderler, I. Uluslararası Türk Folklor Kongresi Bildirileri, V. Cilt Etnografya, Kültür Bakanlığı Milli Folklor Araştırma Dairesi Yayınları:22, Akın Matbası, Ankara, 1977.
50. Eruzun C., Doğu Karadeniz’de Dolma Tipi Evler, Türk Folklori Araştırmaları 1981/1, Kültür Bakanlığı Milli Folklor Araştırma Dairesi Yayınları:32, Ankara, 1981.
51. http://www.harita.selcuk.edu.tr/arsiv/foto_arazi_foyu.pdf, 28.11.2009
52. Aydar U., Cephe Değerlendirmelerinde Fotogrametrik ve Görselleştirme Yöntemlerinin Kıyaslanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
53. Avşar, E. Ö., Tarihi Köprülerin Digital Fotogrametri Tekniği Yardımıyla, Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
54. Asri İ., Üç Boyutlu Modelleme ve Alaeddin Camii Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2005.
55. Özgüner O., Köyde Mimari Doğu Karadeniz, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Ankara, 1970.
56. Şen N., Rize’den Beş Ev, İstanbul Teknik Üniveristesi, Teknik Okulu Kütüphanesi, Sayı 53, Fono Matbaası, İstanbul, 1967.
57. Sümerkan M. R., Biçimlendiren Etkenler Açısından Doğu Karadeniz Kırsal Kesiminde Geleneksel Evlerin Yapı Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1990.
58. Baş H. G., Analitik Fotogrametri (Yersel), Rebel Ofset, İstanbul, 1993.
59. <http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx?MakaleNum=41>, 18.10.2009
60. Hanke K. ve Grussenmeyer P., Architectural Photogrammetry, Basic Theory, Procedures, Tools, ISPRS Commission V Symposium "Close-Range Imaging, Long-Range Vision", September 2002, Corfu.
<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~seker/files/architectural-photogrammetry.doc>, 10.10.2009
61. Ozen H. ve Keles S., Vernacular Buildings Heritage in the Eastern Black Sea Region in Turkey, Chresp: 8th EC Conference on Sustaining Europe’s Cultural Heritage, November 2008, Ljubljana.
http://www.chresp.eu/img/CHRESP_proof_2008_LJUBLJANA.pdf , 20.07.2009

62. Ayhan E., Yakın Resim Fotogrametrisi Yüksek Lisans Dersi, 2006-2007 Dönemi Yayınlanmamış Ders Notları, 2007.
63. <http://www.rizefindikli.com/>, 17.01.2010
64. KTÜ Mimarlık Bölümü, Doğu Karadeniz Arşivi.

6. EKLER

Ek 1. Modelde kullanılan noktaların koordinat değerleri.

Id	X (m)	Y (m)	Z (m)	RMS Residual (pixels)
1	-84,713407	98,250685	16,347032	2,325315
2	-84,712993	98,218675	12,689781	1,670034
3	-84,544351	98,164717	9,652729	1,830201
4	-88,142264	98,184121	9,645357	1,810798
5	-91,443867	98,212159	9,680922	1,09025
6	-94,927194	98,23051	10,005104	1,331358
7	-98,147227	98,249402	9,783666	1,261225
8	-89,875239	98,27862	12,747664	1,068652
9	-89,844402	98,319865	16,406365	2,12209
10	-93,797069	98,296773	12,784632	1,552976
11	-93,77099	98,324363	16,435593	1,636399
12	-97,767168	98,309505	12,783315	1,538163
13	-97,739728	98,333174	16,431314	1,475314
14	-85,982886	98,221576	12,704342	0,846769
15	-89,572133	98,307366	15,341608	1,068915
16	-97,490298	98,316552	13,592939	0,7253
18	-87,633146	98,162684	11,736969	0,615557
19	-84,883236	98,182668	8,638546	0,887361
21	-89,129792	98,181399	9,470266	1,449642
22	n/a	n/a	n/a	n/a
23	-86,880154	98,187087	8,837174	0,441306
24	-83,830499	94,570751	16,48872	3,118459
25	-83,870043	94,519535	13,056324	2,379264
26	-84,523538	98,10544	16,291601	4,562712
27	-84,541177	98,063346	12,771764	4,255274
28	-84,546228	98,165248	9,325683	2,325054
29	-83,8429	96,588805	12,625692	0,545809
30	-84,540602	97,257443	13,07554	1,610975
31	-84,521976	97,253025	9,197732	4,079957
32	-84,550894	97,557959	10,348396	1,796148
33	-84,564992	93,273723	13,33706	1,398431
34	-83,810124	96,33923	10,73007	0,959655
35	-83,851848	95,503928	14,016895	1,849681
36	-84,636519	92,235634	11,170466	1,151718
37	-84,649611	92,078592	11,513074	1,476647
38	-79,351959	88,989006	10,273901	5,618645
39	-84,668254	90,501545	10,377759	2,257343
40	-81,750337	89,370692	13,384902	1,472491
41	-83,842496	94,321712	9,346109	1,465754
42	-84,598168	92,384581	13,5151	2,853677
43	-84,558141	93,067476	16,361207	2,922324

Ek 1.'in devamı.

44	-84,642886	90,023304	13,561981	3,041398
48	-79,425667	86,968878	14,238977	2,830108
49	-79,325942	88,41165	14,247707	2,549418
50	-84,023862	81,976044	16,474118	3,721111
51	-84,049885	81,893506	12,924974	3,029919
52	-79,322363	88,610795	13,26037	1,619195
53	-79,435995	87,82135	11,580237	1,278387
54	-79,554257	86,811906	10,252317	0,40603
55	-84,013758	83,718272	12,890998	3,551826
56	-83,993717	83,772193	16,450639	2,748697
57	-83,987555	85,608324	16,196356	0,647733
58	-84,053852	82,133973	12,231474	3,243231
59	-81,030094	82,713753	10,779322	1,139694
60	-79,515908	85,280372	10,7158	3,923008
61	-79,365493	88,289636	11,229029	1,143632
62	-79,859916	86,375856	13,666332	1,169582
63	-83,34825	86,969622	14,279545	1,026425
64	-82,511538	86,813994	12,478328	0,774942
65	-79,945851	86,303601	11,196138	0,905509
66	-87,739344	81,769238	12,944912	1,681503
67	-87,697302	81,894766	16,581235	2,851239
68	-84,211941	81,73394	12,901443	2,446456
69	-84,215213	81,85088	16,541496	3,263496
70	-84,324671	81,744615	11,587307	1,081684
71	-86,076622	81,791948	17,758033	1,842206
72	-93,734517	81,898706	16,635582	4,295978
73	-93,753829	81,816723	13,000324	1,635629
74	-92,369225	81,798111	17,959019	1,272369
75	-89,501377	81,746469	17,892627	2,284754
76	-93,454803	81,821636	11,98529	1,512744
77	-88,880155	81,766016	11,120507	0,176082
78	-91,463054	81,872222	11,384497	1,693283
79	-90,791497	81,865406	15,524249	3,299679
80	-90,828362	81,927016	13,912617	0,864949
81	n/a	n/a	n/a	n/a
82	n/a	n/a	n/a	n/a
83	-97,992225	81,928981	16,679848	5,22449
84	-98,070119	81,850113	13,047326	2,623205
85	-96,727371	81,860802	17,881922	0,190615
86	-95,171081	81,873665	14,770844	0,819517
87	-96,519425	81,85685	13,976019	0,236351
89	-96,939651	81,828634	11,519428	1,711315
90	-98,210427	82,334606	14,43543	2,149153
91	-98,226206	82,588409	13,142706	2,366754
92	-98,188485	83,677441	15,563819	1,676815
93	-98,173565	82,362767	16,361229	2,677804
94	-98,198726	81,851085	12,295403	0,797487

Ek 1.'in devamı.

95	-98,184107	84,738261	15,805332	0,307358
96	-98,197755	85,930156	13,094808	2,419694
97	-98,180743	84,499628	15,556825	3,354747
98	-98,759474	87,866782	16,187871	0,225588
99	-98,340906	87,866823	15,315135	0,539212
100	-98,183283	83,123625	12,550944	0,158077
102	-98,151323	84,360142	12,559582	11,3899
103	-98,184188	84,09289	11,278286	10,437108
104	-98,153349	85,579802	11,871587	16,758307
105	-98,183197	84,616399	11,136445	14,515712
106	-98,69061	87,863168	16,569364	0,920015
107	-98,572491	87,863263	16,109794	0,196252
108	-98,18112	87,870591	15,873611	2,090997
109	-98,881502	86,568005	11,260912	2,672586
110	-98,726154	86,564967	11,264686	1,637652
111	-98,452643	86,573563	11,846517	0,02258
112	-98,191072	85,501674	15,541503	1,637619
113	-98,762549	87,863169	15,945433	0,019887
114	-98,779657	87,839382	14,802774	1,241851
115	-98,781275	88,360031	16,206537	1,794967
116	-98,803162	88,002959	14,665025	1,104923
117	-98,840713	88,67816	12,371421	1,977478
118	-98,824258	88,495344	13,226068	1,124058
119	-98,873509	87,64266	11,209524	1,404445
120	-98,87132	87,085724	10,792104	0,141188
121	-98,192333	85,602484	11,859323	1,536904
122	-98,18169	85,818804	16,318767	0,698725
123	-98,197172	85,643627	11,604698	2,0051
124	-98,188305	89,162428	13,048754	1,060902
125	-98,147389	89,420936	16,028034	1,855254
126	-98,136531	89,220011	12,120545	0,830955
127	-98,208874	89,632682	11,04415	1,100318
128	-98,158301	90,190828	15,556202	1,177189
130	-98,102512	93,266826	15,05142	1,403992
131	-98,139999	92,106235	11,10455	0,469245
132	n/a	n/a	n/a	n/a
133	-98,142697	90,54503	12,218557	0,176851
134	n/a	n/a	n/a	n/a
135	n/a	n/a	n/a	n/a
136	-98,674531	88,943886	13,376463	0,17334
137	-98,823864	88,943611	13,388604	0,185498
141	-98,08507	94,766238	16,410686	1,305987
142	-102,56184	92,565588	12,769256	1,444555
143	-102,546316	94,560141	10,750486	0,141041
144	-102,52991	94,812201	11,665858	0,703727
145	-102,522452	94,735338	11,972261	0,660325
146	-98,069233	98,027041	14,539677	0,887083

Ek 1.'in devamı.

147	-102,494264	95,758239	12,733457	0,920413
148	-98,12368	97,199556	10,433626	1,399003
149	-98,08838	97,758718	11,856623	0,419999
150	-102,540596	94,387499	11,576422	0,307694
152	-98,095737	94,746506	14,617274	0,070389
153	-98,165456	93,991973	14,436358	0,280947
154	-98,079596	97,906184	11,840785	0,404886
155	-98,12122	97,050162	10,967103	0,735065
156	-98,596604	95,700934	12,118951	0,254685
157	-100,251482	95,698979	11,136425	0,120425
158	-102,089834	95,704377	10,306573	0,609566
159	-102,367328	95,721164	10,865268	0,43089
160	-98,072911	97,71908	16,104843	1,292176
161	-98,140912	96,418876	13,158856	0,044521
162	-93,99915	98,359358	16,815084	1,222325
163	-90,085622	98,3163	16,782279	1,159061
164	-84,526609	98,230661	16,739365	1,096005
165	-84,538451	98,221057	12,776267	3,353923
166	-84,526609	98,230661	14,187883	8,625471
167	-98,047166	98,381427	16,78485	2,50767
168	-98,081121	98,33662	14,272491	4,791546
169	-98,111785	98,288881	12,883543	4,443236
170	-98,049637	98,240358	12,406153	2,758294
171	-98,11588	98,25741	10,711938	3,067527
172	-98,152038	98,256305	8,292137	145,468945
173	-84,493009	98,256305	8,054272	7,795667
174	-84,559998	98,195282	10,49566	33,388334
175	-84,57554	98,152806	12,30252	2,89656
176	-98,16127	98,271162	9,500255	7,38385
178	-84,463433	96,521364	16,659336	2,797302
179	-84,528415	96,474403	14,57296	0,198081
180	-84,521795	96,536042	14,495004	0,050438
181	-84,53965	96,51535	12,732548	0,078909
182	-84,535849	96,580399	12,671266	0,893883
183	-84,581389	96,574668	12,423586	0,068808
184	-84,468382	96,64739	8,09218	3,373849
190	-83,775316	96,500104	16,636105	4,551692
191	-83,793315	96,495645	14,510866	6,918682
192	-83,814929	96,555059	14,509611	3,180772
193	-83,83295	96,532342	12,724965	3,473449
194	-83,81377	96,57131	12,674745	3,722845
195	-83,740749	96,662284	8,07435	21,867971
200	-84,621144	94,558057	16,391358	2,73831
201	-84,621918	94,52107	12,817936	3,822739
202	-84,627856	94,444807	12,766963	3,651173
203	-84,635544	94,310743	8,3112	3,61155
204	-83,815915	94,276961	8,258141	12,65925

Ek 1.'in devamı.

205	-83,849524	94,41916	12,729129	1,373538
206	-83,880495	94,513051	12,780133	2,310049
207	-83,817411	94,572456	16,700335	2,558774
208	-84,594853	94,581871	16,764178	3,768418
209	-84,601568	89,895497	16,8065	17,386447
210	-84,603125	89,816375	12,526996	4,073095
211	-84,656187	89,737361	8,366046	10,241491
212	-83,862436	89,895877	16,757043	0,36439
213	-83,872583	89,86128	12,797858	0,145522
214	-83,906736	89,808527	12,369561	1,509545
215	-83,875753	89,723946	8,376763	2,378059
216	-83,87822	89,586406	8,377051	1,304536
217	-83,875614	89,644033	12,658232	0,807159
218	-83,886928	89,689519	12,785006	0,212308
219	-83,868176	89,721311	16,76436	0,664802
229	-83,879808	89,704296	14,463606	0,072599
230	-79,267555	89,058702	14,408554	4,399706
231	-79,314232	89,035328	12,653799	0,688746
232	-79,324482	89,022271	12,396604	0,562691
233	-79,358041	88,93373	8,424222	8,647057
234	-79,470227	86,335018	14,415899	8,710368
235	-79,511689	86,326907	12,66215	6,65643
236	-79,534042	86,319652	12,407206	3,551196
237	-79,539569	86,239642	10,150231	4,894746
238	-79,505973	86,498401	10,116779	4,031759
239	-79,502054	86,499474	9,93005	4,275265
240	-79,508934	86,852521	9,897313	6,984002
241	-79,493076	86,856034	9,67865	7,066901
242	-79,484908	87,197474	9,644979	10,150896
243	-79,486144	87,192274	9,420049	4,617859
244	-79,464564	87,48238	9,396282	5,450979
245	-79,462847	87,482064	9,21651	4,368956
246	-79,457612	87,794144	9,201131	4,129094
247	-79,446398	87,805089	9,035095	2,23891
248	-79,425224	88,15026	9,017641	5,022388
249	-79,4193	88,162303	8,83282	2,769303
250	-79,358707	88,539898	8,830912	3,925839
251	-79,361474	88,546141	8,642947	8,317394
252	-79,347409	88,836954	8,622974	15,371155
253	-79,335315	88,854508	8,430913	9,250798
258	-83,93742	87,151953	14,623049	0,103207
259	-83,962837	87,055977	12,617016	0,645283
260	-83,065738	86,860714	12,552917	3,893078
261	-83,042444	86,826839	12,408288	0,933072
262	-82,760956	86,778613	12,389675	1,702003
263	-82,756056	86,760688	12,239015	1,350815
265	-82,467115	86,760444	12,063496	0,35328

Ek 1.'in devamı.

266	-82,171216	86,701504	12,050207	0,765098
267	-82,179788	86,696184	11,897083	0,200708
269	-81,872304	86,697227	11,725994	0,418317
270	-81,518491	86,594196	11,71578	0,559325
271	-81,526432	86,591154	11,57156	0,959293
273	-81,230836	86,522675	11,409372	0,256333
274	-80,912234	86,4832	11,401399	0,597611
275	-80,930225	86,492939	11,224123	0,074052
277	-80,624938	86,405029	11,066351	1,500671
278	-80,242321	86,345648	11,059427	1,731639
279	-80,26138	86,365293	10,891918	1,759704
281	-79,904761	86,244964	10,724626	0,928645
287	-79,594259	86,215918	10,532071	15,31849
288	-79,572089	86,239198	10,747569	7,445919
289	-79,59569	86,250446	10,494755	12,566746
290	-84,05456	81,703314	10,802131	6,51638
291	-83,953573	85,004704	10,897855	2,461362
292	-83,954493	85,292918	11,109409	25,756759
293	-83,938835	85,302189	12,628374	1,388948
294	-83,937054	87,222491	16,733988	0,171472
299	-84,018534	81,828702	16,886407	10,64918
300	-84,036567	81,763545	12,916348	4,981712
301	-84,062056	81,782711	12,500911	4,485331
304	-84,75268	81,812349	17,419495	2,283122
305	-86,057148	81,816515	17,909553	2,938062
306	-87,919377	81,778435	18,00647	1,328062
307	-89,497952	81,750901	18,037127	0,552787
308	-91,081409	81,757992	18,062274	1,312801
309	-92,661067	81,769276	18,08787	0,577734
310	-93,749133	81,805249	18,100584	4,244984
311	-93,74637	81,808786	17,964216	3,604513
312	-93,751057	81,834456	17,005038	2,666899
313	-93,740728	81,880807	16,640149	2,774478
314	-93,739515	81,86565	15,334584	1,763023
315	-93,741542	81,83531	13,941839	0,830738
316	-93,826208	81,790194	11,138105	7,817911
317	-88,504434	81,755464	10,934386	0,544308
318	-84,037326	81,773003	14,309455	4,92049
320	-94,70246	81,832723	18,076022	2,315287
321	-96,648493	81,856702	18,000255	4,151293
322	n/a	n/a	n/a	n/a
323	-98,162555	81,937377	16,647784	7,610933
324	-98,212437	81,894273	14,676335	6,495304
325	-98,217398	81,86765	13,142475	14,523246
326	-98,192995	81,876365	12,693887	11,58496
327	-98,23376	81,810547	11,360412	35,772761
328	-98,141345	87,902771	16,966197	9,766959

Ek 1.'in devamı .

329	-98,146394	81,939468	17,060709	5,487511
330	-98,210615	83,237821	13,140294	4,221156
331	-98,223149	86,54041	13,075489	49,275756
332	-98,217244	87,763913	13,041126	16,880099
333	-98,138892	86,571171	10,837512	50,795938
334	-98,251859	82,097296	10,873588	95,21916
336	n/a	n/a	n/a	n/a
339	-98,762773	87,863455	16,928226	3,591448
340	-98,82639	87,803441	12,906035	12,926401
342	-99,153925	86,454939	12,704773	7,173802
343	-98,866794	86,578939	11,894132	5,407734
344	-98,894811	86,555301	10,7266	13,811365
349	-98,162462	86,614508	12,730441	12,188436
355	-98,763678	88,991487	16,925149	4,148835
356	-98,822972	88,938115	13,088425	2,328951
357	-98,856221	88,972203	13,06491	2,0477
358	-99,042629	88,946678	10,592643	28,038464
359	-98,776772	88,956697	15,36982	5,998754
360	-98,807519	88,951252	13,935152	3,157801
361	-98,802696	87,813843	11,85221	7,697059
362	-99,175154	86,936362	12,703653	4,785545
363	-99,245474	86,928431	12,821114	2,955849
364	-99,271994	87,830182	12,82514	6,700507
365	-98,129899	88,970228	16,935023	1,749299
366	-98,076787	88,963515	16,571992	3,89309
367	-98,20742	88,96504	13,730418	0,847662
368	-98,218919	88,969833	13,046402	1,749916
369	-98,137347	88,957445	12,686258	1,514164
370	-98,23115	88,934856	10,574271	14,64167
371	-98,157416	92,760183	16,802411	4,023455
375	-98,217191	92,552278	12,864266	1,982985
376	-98,253082	92,504337	10,45729	2,203068
379	-98,132199	97,771883	9,808782	3,337766
380	-98,173179	95,652052	9,919942	0,716108
381	-98,094772	95,732856	12,812003	0,198103
382	-98,129913	95,782159	12,921533	0,404034
386	-98,246459	98,110914	8,758619	105,168901
387	-102,540516	95,696574	9,792332	7,093119
388	-102,620555	92,537757	10,147841	3,233928
400	-81,780878	82,047862	10,8219	2,599827
401	-81,899279	82,390803	10,818743	0,441908
402	-81,899741	82,376284	10,970882	0,306442
403	-81,971152	82,710038	10,982899	1,479145
404	-82,00416	82,701121	11,163141	2,057493
405	-82,087444	82,991217	11,169344	0,944466
406	-82,111062	82,988067	11,324313	1,655059
407	-82,230243	83,325663	11,340736	0,201574

Ek 1.'in devamı.

408	-82,251032	83,321877	11,50521	0,454427
409	-82,348878	83,639241	11,496337	0,456012
410	-82,343354	83,633074	11,655474	1,1627
411	-82,470498	83,961806	11,640515	0,800996
412	-82,490289	83,966413	11,805392	0,982229
413	-82,578607	84,281037	11,789303	0,84468
414	-82,581196	84,283375	11,951021	0,301922
415	-82,759683	84,642113	11,949007	0,433078
416	-82,759709	84,645318	12,110011	0,189762
417	-82,862723	84,948146	12,100066	0,148228
418	-82,846851	84,946729	12,266664	2,605931
419	-82,942963	85,232159	12,260034	0,704312
420	-82,92261	85,224683	12,416744	1,227798
421	-83,085653	85,44692	12,422204	0,226172
422	-83,068746	85,443915	12,569871	0,029076
423	-83,941014	85,599882	12,628106	0,623613
424	-81,757634	82,06093	10,676871	3,76864
425	-81,302656	82,307637	10,652283	3,030203
426	-80,876063	82,579158	10,638551	2,809985
427	-80,541318	82,887777	10,635615	3,626078
428	-80,221232	83,272864	10,633965	3,290986
429	-79,96398	83,707164	10,624269	2,009628
430	-79,753684	84,161404	10,623241	1,281183
431	-79,609813	84,624772	10,604786	3,650565
432	-79,53655	85,138238	10,583586	2,105858
433	-79,511162	85,421714	10,573657	1,14862
434	-79,538473	85,700287	10,55655	0,396195
435	-79,530658	85,972161	10,561558	1,225343
452	-98,132283	95,782425	13,741377	0,921114
453	-98,121732	95,779148	15,358399	0,212882
454	-98,092118	95,808777	16,399728	0,485553
455	-98,074559	95,81098	16,78239	0,100196
463	-80,609125	86,388073	11,233578	0,344586
469	-81,221237	86,527922	11,563618	1,794631
478	-79,895412	86,255883	10,889149	1,551963
483	-81,8682	86,70748	11,872965	0,384384
488	-82,454514	86,755049	12,215917	3,27924
498	-79,572821	86,189744	10,703728	0,442129
503	-83,071274	86,113701	12,559467	0,767757
504	-83,065693	85,644226	12,569349	0,024836
505	-83,062054	85,876061	12,563852	0,20932
506	-83,059544	86,350387	12,555764	0,766847
507	-83,066621	86,615936	12,553296	0,590511
514	-82,919314	85,358677	12,404077	0,005335
515	-82,774817	85,083866	12,245574	0,024496
516	-82,631231	84,811624	12,090664	0,348874
517	-82,486723	84,538127	11,933779	0,49694

Ek 1.'in devamı.

518	-82,329765	84,246036	11,767102	0,820474
519	-82,17308	83,954204	11,600955	1,949957
520	-81,99993	83,655179	11,434684	3,482812
521	-81,843553	83,353739	11,261199	3,328606
522	-81,6852	83,053538	11,085257	3,570581
523	-81,522823	82,749653	10,911652	4,543852
524	-81,350616	82,436534	10,73409	6,68202
525	-82,878835	85,382212	12,403745	0,206909
526	-82,695279	85,121485	12,236777	0,125975
527	-82,51904	84,871229	12,08092	0,06104
528	-82,333688	84,615718	11,922097	0,265576
529	-82,13859	84,346655	11,751522	0,469819
530	-81,968248	84,097289	11,591541	0,008583
531	-81,760792	83,821822	11,423368	1,514703
532	-81,553328	83,534804	11,246117	2,657062
533	-81,362543	83,268922	11,077405	3,203681
534	-81,170713	82,999337	10,904974	3,67817
535	-80,958863	82,702992	10,719681	5,622278
536	-82,844822	85,61503	12,393667	0,061563
537	-82,626199	85,355336	12,224418	0,069069
538	-82,421809	85,112874	12,069321	0,19755
539	-82,201615	84,852895	11,89865	0,075315
540	-82,000696	84,607032	11,739784	0,373492
541	-81,778635	84,349175	11,575364	0,303576
542	-81,553464	84,082472	11,405058	1,089231
543	-81,31743	83,802856	11,222952	1,662222
544	-81,089082	83,537537	11,05384	1,473545
545	-80,875139	83,284496	10,890685	1,083985
546	-80,656587	83,020533	10,71902	2,742383
548	-82,817598	85,651848	12,394257	0,18862
549	-82,561744	85,417519	12,223329	0,307607
550	-82,336732	85,208837	12,066253	0,176743
551	-82,093883	84,987157	11,902113	0,129566
552	-81,84912	84,762147	11,734095	0,149219
553	-81,593904	84,528973	11,562826	0,372219
554	-81,347982	84,304314	11,394304	0,21869
555	-81,091574	84,06881	11,218393	0,059826
556	-80,843032	83,839652	11,049661	1,366737
557	-80,603077	83,620402	10,886091	0,674253
558	-80,351756	83,39446	10,718092	0,239084
559	-82,799225	85,903344	12,387316	0,153899
560	-82,522323	85,692061	12,21757	0,49566
561	-82,269209	85,493716	12,054753	0,221035
562	-81,98093	85,2718	11,882067	0,359691
563	-81,711994	85,062208	11,711853	0,101529
564	-81,446341	84,856517	11,545791	0,119311
565	-81,192783	84,661608	11,383745	1,690946

Ek 1.'in devamı.

566	-80,905782	84,43843	11,207903	0,244806
567	-80,611522	84,210705	11,025873	0,481662
568	-80,384393	84,033679	10,885524	0,384492
569	-80,113475	83,822583	10,714404	0,081478
570	-82,768155	85,937007	12,384098	0,186409
571	-82,481117	85,768179	12,214138	0,352738
572	-82,202021	85,60448	12,052868	0,106095
573	-81,902943	85,427365	11,880742	0,224924
574	-81,606062	85,253477	11,705533	0,56701
575	-81,34116	85,096639	11,547514	0,66697
576	-81,060685	84,933249	11,387926	1,165505
577	-80,744241	84,747135	11,205312	1,856848
578	-80,469735	84,587788	11,044218	2,636977
579	-80,18226	84,417648	10,8735	3,061011
580	-79,896425	84,245935	10,706062	0,741742
581	-82,726082	86,184981	12,371163	0,111805
582	-82,45058	86,046892	12,210311	0,268273
583	-82,15726	85,900519	12,049275	0,396112
584	-81,85587	85,748747	11,87705	0,229961
585	-81,529937	85,585502	11,691043	0,613454
586	-81,264644	85,453046	11,544728	1,747829
587	-80,981321	85,310297	11,383129	0,982423
588	-80,667611	85,154292	11,20174	1,549209
589	-80,373195	85,008942	11,039408	2,660662
590	-80,061032	84,851209	10,862284	3,351367
591	-79,762771	84,702228	10,690692	2,968539
592	-82,716241	86,231199	12,368157	0,076948
593	-82,422166	86,132013	12,201427	0,068429
594	-82,142344	86,034689	12,042873	0,060256
595	-81,838978	85,930639	11,87691	0,705181
596	-81,527791	85,824758	11,70023	0,282298
597	-81,245942	85,725885	11,546912	1,117198
598	-80,955102	85,627849	11,383085	2,335646
599	-80,647398	85,519316	11,213365	3,015518
600	-80,326238	85,407422	11,032984	3,02941
601	-80,014914	85,30301	10,85876	4,692044
602	-79,674111	85,182405	10,67196	5,655662
603	-82,734779	86,528735	12,369574	0,253867
604	-82,422943	86,446232	12,192921	0,193956
605	-82,130999	86,368431	12,034842	0,599576
606	-81,855678	86,300892	11,874069	0,548694
607	-81,54964	86,219084	11,702339	0,946359
608	-81,269238	86,143677	11,548134	1,174784
609	-80,976567	86,067368	11,38356	2,236753
610	-80,647471	85,975639	11,207762	4,450578
611	-80,343076	85,899738	11,029246	4,248772
612	-80,026824	85,819496	10,848041	4,267555

Ek 1.'in devamı.

613	-79,648532	85,713786	10,647791	7,741063
614	-82,734178	86,553812	12,36992	0,011488
615	-82,419089	86,492107	12,19703	0,318288
616	-82,131744	86,439801	12,036376	0,805325
617	-81,84862	86,388631	11,876611	1,41
618	-81,548015	86,333752	11,707971	1,139746
619	-81,260246	86,277221	11,552478	1,850906
620	-80,963139	86,224538	11,383282	2,052125
621	-80,66096	86,16679	11,214382	1,991249
622	-80,339171	86,106337	11,036646	3,674969
623	-80,010375	86,04083	10,858334	5,125796
624	-79,646325	85,97421	10,65304	6,832283
627	-98,122622	92,760304	16,457966	3,124763
628	-98,143664	92,720139	13,442674	4,007224
629	-98,155091	92,69085	12,960137	2,013084
634	-98,135219	95,777006	13,457022	0,943953
635	n/a	n/a	n/a	n/a
636	n/a	n/a	n/a	n/a
637	-97,462482	81,887466	17,697251	7,337784
642	-90,263834	98,273874	12,748898	0,08303
643	-90,202717	98,303072	16,413264	0,127398
644	-94,177329	98,286261	12,783842	1,003123
645	-94,159155	98,321035	16,44345	0,270698
646	-98,072578	97,795324	16,354755	1,024595
647	-98,098456	97,766096	14,013681	1,175538
648	-98,093368	96,445793	16,151887	1,155085
649	-98,10097	96,451034	15,613681	0,985543
650	-98,073705	97,553837	16,331895	2,845106
651	-98,078822	97,540108	15,650458	2,430979
652	-98,071586	97,32248	16,362025	0,479504
653	-98,069603	97,301389	15,66091	0,018595
655	-84,849667	98,260845	16,348419	0,652633
656	-97,676084	98,335898	16,439069	0,113791
657	n/a	n/a	n/a	n/a
658	n/a	n/a	n/a	n/a
659	n/a	n/a	n/a	n/a
660	n/a	n/a	n/a	n/a
661	-79,479065	86,768323	12,648618	0,554054
662	-79,327606	88,688129	12,651562	0,683015
663	-79,391712	87,883431	12,644962	0,706951
664	-84,021503	82,115758	16,482221	0,592418
665	-84,037211	82,08301	13,982695	0,393376
666	-84,002504	84,290097	16,453359	0,196742
667	-84,014915	84,252623	12,881043	0,115168
670	-90,701105	81,88084	16,603906	0,562619
671	-90,748045	81,776543	12,983617	0,979256
672	-87,349255	81,887691	16,572616	0,267004

Ek 1.'in devamı.

673	-87,384936	81,784636	12,945936	0,210843
674	-97,21536	81,915909	16,677666	0,695118
675	-97,252446	81,860972	13,785308	0,209086
676	-94,116103	81,897021	16,647109	0,133632
677	-94,130686	81,843831	14,012993	1,207593
678	-88,849014	81,738356	12,940937	1,160027
679	-88,507409	81,777622	16,526569	5,379292
680	-98,120775	90,193541	16,524943	2,115781
681	-98,157713	90,155445	13,278257	0,648788
682	-98,179216	85,438672	16,064434	1,272641
683	-98,198604	85,401978	13,110273	0,308568
684	-98,191055	82,100964	16,115624	1,181182
685	-98,226816	82,059272	14,191543	0,189941
686	-98,087003	95,515413	16,172667	0,545794
687	-98,14076	95,496857	13,809593	1,460028
688	-98,189735	92,311332	12,969387	1,24253
689	-98,183812	90,323234	13,024086	1,334925
690	-98,110815	92,60935	16,472488	2,422683
692	-98,103227	97,981909	12,893395	0,136483
693	-98,069349	98,174435	16,371297	2,172611
694	-98,103581	95,013734	16,40165	1,417352
697	-83,166236	85,29245	10,917366	64,266763
700	-83,902379	85,436168	10,998704	15,753182

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Çorum-Alaca'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Çorum'da tamamladıktan sonra, 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nden bölüm ikincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl KTÜ Mimarlık bölümünde yüksek lisans öğrenimine başladı. Aynı zamanda çeşitli mimarlık ofislerinde birçok rölöve-restorasyon projesinde görev aldı. 2009 yılında KTÜ Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak akademik çalışmalarını sürdürmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.